Walter Rott

Theoretisch-statistische Überlegungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes eines Industriezweiges, dargestellt am Beispiel der Textilindustrie

1967

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555619_0002

Theoretisch-statistische Überlegungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes eines Industriezweiges, dargestellt am Beispiel der Textilindustrie

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften durch die Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

vorgelegt von
Walter Rott
aus Stuttgart

1967

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

1. Berichterstatter:	Prof. Dr. W. Hoffmann
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. H. Gülicher
Dekan:	Prof. Dr. W. Fikentscher
Tag der Prüfung:	29. Mai 1964

Theoretisch-statistische Überlegungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes eines Industriezweiges, dargestellt am Beispiel der Textilindustrie

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Theoretisch-statistische Überlegungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes eines Industriezweiges, dargestellt am Beispiel der Textilindustrie	1
100 000 Vorbemerkung	1
110 000 Problemstellung und Wahl der Betrachtungsweise	1
120 000 Die Definition einiger Hilfsrelationen	6
200 000 Die Grundgleichung zur Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes; Skizze der Lösung des Problems	10
300 000 Die relative Entwicklung des Maschinenbestandes im Zeitablauf	19
310 000 Neu- und Ersatzinvestitionen sowie die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen	19
311 000 Neuinvestitionen an Maschinen	19
312 000 Ersatzinvestitionen sowie mittlere Umschlagsperiode der Maschinen	20
320 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens eines Industriezweiges	28
321 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen	28

Seite

322 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens durch Vergrößerung des Maschinenbestandes und durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen 33

330 000 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens eines Industriezweiges 45

331 000 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens bei zeitinvariantem Maschinenbestand 45

331 100 Die formale Entwicklung von Bruttoprodukt und Nettoprodukt 47

331 200 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens durch qualitative Verbesserung des Produktionsfaktors Arbeit 55

331 210 Die formale Messung von Verbesserungen der Arbeitsqualität 55

331 211 Die Qualitätsfaktoren der abhängigen Arbeit 56

331 212 Die Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit und diejenige der im Produktionsprozeß eingesetzten vereinigten lebendigen Arbeit 63

331 213 Die Qualitätsverbesserung der vereinigten lebendigen Arbeit, der technische Fortschritt und die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens 78

331 220 Die Wirkungen der Verfahrens-Substitution auf die Grundgrößen und die Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes 92

Seite

331 221 $\sigma(t) \equiv \psi(t) \equiv 1$ 94

331 222 $\sigma(t) \not\equiv 1;\ \psi(t) \equiv 1$ 123

331 223 $\sigma(t) \not\equiv 1;\ \psi(t) \not\equiv 1 \wedge (\sigma(t) \equiv \psi(t) \not\equiv 1)$ 133

331 300 Die Beziehungen zwischen dem Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe und dem Produktionsverfahren 151

331 310 Auf den Ablauf des Produktionsprozesses wirkende Qualitätsverbesserungen der Rohstoffe 157

331 311 Vergrößerung der Maschinenzuteilung als Folge einer qualitativen Verbesserung der Rohstoffe 159

331 312 Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen als Folge einer qualitativen Verbesserung der Rohstoffe 164

331 320 Der Wertschöpfung des betrachteten Industriezweigs gegenüber indifferente Qualitätsverbesserungen der Rohstoffe 166

331 321 Reduzierung der Abfallquote des Rohstoffeinsatzes durch Verwendung qualitativ besserer Rohstoffe 166

331 322 Nicht-nettoproduktswirksame Qualitätsverbesserungen der Erzeugnisse durch Einsatz höherwertiger Rohstoffe 169

331 400 Gebäudeverschleiß und Energieverbrauch 184

Seite

332 000 Die Qualitätsfunktion des Maschinenbestandes und der allgemeine Ansatz zur Ermittlung der Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten 185

332 100 Einführung in das zusätzliche Problem 186

332 200 Die Isolierung der Qualitätsverbesserung der Maschinen aus dem Wirkzusammenhang der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme 198

332 210 Der werteschaffende Faktor der Qualitätsfunktion der Maschinen 199

332 220 Der wertesparende Faktor der Qualitätsfunktion der Maschinen 203

332 300 Der allgemeine Ansatz zur Ermittlung der relativen zeitlichen Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten 207

400 000 Zur Ermittlung der Anfangsgrößen 211

500 000 Exkurs über das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes 214

510 000 Zweck des Exkurses und Wahl des Nachfrageindikators 214

520 000 Die formale Ermittlung von mittlerer Umschlagsperiode der Maschinen und Umfang des Maschinenbestandes mit Hilfe des Akzelerationsmodells an Hand eines Rechenbeispiels 219

Seite

530 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen den Indices der realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips im Aufschwung in seiner einfachsten Form und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes 238

531 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen diesen Indices unter der Prämisse, daß der Nachfrageexpansion eine Stagnationsphase vorausgeht und folgt 240

532 000 Berücksichtigung der Irrealität der Annahme einer momentanen Anpassung des Maschinenbestandes an die Nachfrageentwicklung 246

533 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen diesen Indices unter der wirklichkeitsnäheren Annahme, daß der Nachfrageexpansion eine Abschwungsphase vorausgeht 249

533 100 Der Zusammenhang bei momentaner Anpassung und stetiger Passage der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase der Nachfragefunktion 250

533 200 Der Zusammenhang bei momentaner Anpassung und nicht stetiger Passage der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase durch die Nachfragefunktion 253

533.300 Der Zusammenhang bei verzögerter Anpassung und Unstetigkeit der Nachfragefunktion an der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase 256

600 000 Die Rechtfertigung der kontinuierlichen Betrachtungsweise 260

Seite

610 000 Der unterschiedliche Verlauf der Bruttoinvestitionen an Maschinen bei kontinuierlichem und diskontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes unter der Annahme der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form 260

620 000 Die Strukturbedingungen, die ein Industriezweig erfüllen muß, damit ein kontinuierlicher Ersatz des Maschinenverschleißes theoretisch widerspruchsfrei unterstellt werden kann 267

630 000 Der Zusammenhang zwischen Bruttoinvestitionen an Maschinen und Nachfrage in der Textilindustrie 269

640 000 Die Ermittlung der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen in der Webereistufe der westdeutschen Textilindustrie über deren Auftragseingang und über deren Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie 276

650 000 Das Akzelerationsprinzip in seiner weniger einfachen Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes 289

651 000 Das Ausgangsmodell 290

652 000 Variation des Ausgangsmodells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form 299

652 100 $\omega(t) \equiv \psi(t)$ 300

652 200 $\omega(t) \equiv W(t)$ 305

652 300 $\omega(t) \equiv \psi(t)\ W(t)$ 306

Seite

653 000 Weiterer Ausbau des Modells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form und gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes 310

660 000 Die approximative Ermittlung der mittleren Umschlagsperiode der Webstühle in der westdeutschen Textilindustrie aus dem Wirkzusammenhang der wichtigsten, in den Produktionsprozeß einmündenden Leistungsströme 318

Literaturverzeichnis 333

Tabellenübersicht VIII

Figurenübersicht X

Tabellenübersicht

Seite

Tabelle 1 Die relative Entwicklung der Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs im Falle einer Erweiterung des Produktionsverfahrens 43

Tabelle 5 Zusammenhang zwischen Substitions-Typen und Qualitäten der Faktoren und Produkte 85

Tabelle 6 Die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl und unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\sigma(t) \equiv \psi(t) \equiv 1$

a) Nettoproduktsbezogene Qualitätsveränderung der erstellten Produkte bei zeitinvarianter Qualität der abhängigen Arbeit 101

b) Direkte Einflußnahme der Unternehmer auf den Sachgüterverbrauch bei konstanter Qualität der abhängigen Arbeit und unveränderlicher Qualität der erzeugten Produkte 102

c) Beeinflussung des Sachgüterverbrauchs durch wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit bei zeitinvarianter Qualität der Unternehmerarbeit und unveränderlicher Qualität der erzeugten Produkte 103

Seite

Tabelle 7	Die Entwicklungstendenzen der Ersatzinvestitionen an und der Umschlagsperiode der Maschinen bei alleiniger Verbesserung der Qualität der abhängigen Arbeit mit ausschließlicher Wirkung auf den (physischen) Maschinenverschleiß in Abhängigkeit von der Expansionsgeschwindigkeit der Arbeitsmenge	121
Tabelle 8	Die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl und unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\sigma(t) \neq 1$, $\psi(t) = 1$	131
Tabelle 9	Die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl und unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\sigma(t) = \psi(t) \neq 1$	138
Tabelle 10	Die Wirkungen qualitativer Veränderungen im Rohstoffeinsatz bei unveränderlicher Qualität aller sonstigen Leistungen und konstanter Maschinenstückzahl auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs	178
Tabelle I	Abschreibungstabellen	286
Tabelle II	Die relative Entwicklung der zur Schätzung der Umschlagsperiode der Webaggregate verfügbaren Daten (Basis 1953 = 1)	321
Tabelle III	Die Abhängigkeit der mittleren Umschlagsperiode und des Umfangs der Webaggregate sowie der Indices der wichtigsten Relationen von der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter	329

Figurenübersicht

		Seite
Figur 1	Die Funktionalbeziehung zwischen Mengenabsatz und induzierten realen Neuinvestitionen	222
Figur 2	Der Zusammenhang zwischen Mengenabsatz, Neuinvestitionen und Bruttoinvestitionen bei Expansion der Nachfrage gemäß einer einfachen sin-Funktion	239
Figur 3	Der allgemeine Zusammenhang zwischen den Indices der realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form im Aufschwung und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes	244
Figur 4	Schematisches Beispiel des Verlaufs der auf den Zeitpunkt $t=t_{a1+o}$ basierten Indices der Bruttoinvestitionen $I(t)$, der Neuinvestitionen $_{N}I(t)$ und des Mengenabsatzes $U(t)$ bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips und momentaner Anpassung unter der Annahme eines kontinuierlichen und eines diskontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes	263
Figur 5	Auftragseingang in der Weberei und in der Webereimaschinenindustrie	282

Theoretisch-statistische Überlegungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes eines Industriezweiges, dargestellt am Beispiel der Textilindustrie

100 000 Vorbemerkung

110 000 Problemstellung und Wahl der Betrachtungsweise

Während die Statistik über Bewegungsgrößen wie etwa Produktion, Umsatz, Auftragseingang zahlreiche, gut gegliederte und teilweise zeitlich weit zurückreichende Daten zur Verfügung stellt, gibt sie über Zustandsgrößen nur sehr spärlich Auskunft. Insbesondere liegen über das in Maschinen gebundene Kapital der einzelnen Industriezweige nur selten unmittelbare statistische Angaben vor. Die Kenntnis von Betrag und Entwicklung von Streckenmassen ist aber unabdingbare Voraussetzung zur quantitativen Beantwortung einiger ökonomisch höchst bedeutsamer Fragen. So läßt sich beispielsweise über die in einem bestimmten Industriezweig erzielte Kapitalverzinsung quantitativ nur dann etwas aussagen, wenn man das in ihm investierte Kapital kennt. Auch das Investitionsverhalten der Unternehmer ist letztlich nur zu erfassen, wenn es zuvor gelungen ist, die Bestände an Sachkapital und ihre Veränderung im Zeitablauf zu messen.

In dieser Untersuchung soll versucht werden, das in Maschinen gebundene Kapital eines Industriezweiges zu ermitteln. Da jedoch die bisher entwickelten Verfahren zur indirekten Messung solcher Bestandsgrößen nicht ausreichen, weil der in ihnen angelegte Abstraktionsgrad zu groß ist, [1] muß eine neue Methode zur quantitativen

1) Vgl. Kurth, W. Vermögensbestand und Kapitalbedarf in einigen Zweigen der Textilindustrie, Köln und Opladen 1962, S. 20 ff.

Bestimmung des Maschinenbestandes erarbeitet werden.

Im Gegensatz zu den bisher vorgeschlagenen Lösungswegen soll hier versucht werden, über die physikalischen Mengen der in den Produktionsprozeß einmündenden Leistungsströme und ihre Qualitäten den naturalökonomischen Umfang des Maschinenbestandes eines Industriezweiges zu ermitteln. Es ist also erforderlich, den Produktionsprozeß aus seiner sozialökonomischen Verflochtenheit herauszulösen. Das bedingt, daß die Verhältnisse auf den Beschaffungs-, Absatz- und Finanzmärkten des betrachteten Industriezweiges als Gegebenheiten betrachtet werden müssen. Dieses Vorgehen hat aber zugleich den Vorteil, daß das Bewertungsproblem weitgehend umgangen werden kann.

Dabei kann es sich aufgrund der Fragestellung nicht allein um einen rein modellhaften Versuch handeln. Vielmehr müssen die Überlegungen so geführt werden, daß ihre Ergebnisse auf den wirklichen Wirtschaftsablauf angewandt, d.h. die theoretisch relevanten Größen auch tatsächlich gemessen werden können. Die Fragestellung ist also ökonometrischer Art. [1)]

Der erste Schritt zur Lösung der gestellten Aufgabe besteht somit darin, allgemeine Gleichungen zur Bestimmung des Maschinenbestandes herzuleiten, in die jedoch nur solche Größen eingehen dürfen, die entweder unmittelbar statistisch bekannt oder über das verfügbare statistische Material zu berechnen oder durch Befragung der Unternehmer, die Maschinen herstellen, und anderer Institutionen zu ermitteln sind. In einem zweiten

---

1) Vgl. Tinbergen, J., Wesen und Bedeutung der Ökonometrie, in: Zeitschrift für Ökonometrie, 1. Jg., Heft 1, Juni 1950, S. 6

Schritt sind die allgemeinen Funktionen durch spezielle, den realen Ablauf des Wirtschaftsgeschehens beschreibende Beziehungen zu ersetzen, um über diese die gewünschten numerischen Werte zu erhalten. Anders ausgedrückt ist zunächst eine theoretische Grundlage zur Bestimmung des Maschinenbestandes unter den genannten einschränkenden Bedingungen zu erarbeiten, die eine statistische Verifizierung erlaubt. Auf diesen ersten Schritt beschränkt sich diese Untersuchung. Die Verifizierung soll einer späteren Untersuchung vorbehalten sein.

Die in die herzuleitenden Gleichungen eingehenden allgemeinen Funktionen werden als Abbildungen der unmittelbar oder mittelbar statistisch zu erfassenden Zeitreihen betrachtet. Sie sollen zunächst aus Gründen der Zweckmäßigkeit als in ihrem Definitionsbereich stetige und so oft wie im folgenden erforderlich differenzierbare Funktionen der Zeit aufgefaßt werden. Ihre allgemeine Form sei $f_t = f_o F(t)$, wo f_o der numerische Wert der Funktionen an einer ebenfalls zunächst beliebig zu wählenden Stelle $t = o$ (Zeitpunkt des Beginns der Betrachtung) und $F(t)$ ein Ausdruck ihres Wachstums darstellt. Im Zeitpunkt $t = o$ sind damit die Wachstumsfunktionen $F(t)$ jeweils so normiert, daß sie den Wert + 1 annehmen; sie sind also nichts anderes als Indexfunktionen.

Da wir es in der Nationalökonomie - wie in allen Anwendungsbereichen der Mathematik - mit statistisch erhobenen Größen zu tun haben, laufen die aus Zweckmäßigkeitsgründen gesetzten Bedingungen über die Stetigkeit und Differenzierbarkeit der allgemein angesetzten Funktionen darauf hinaus, daß die statistisch direkt oder indirekt erfaßbaren Zeitreihen der Volumengrößen, die ja als Polygone gegeben sind, durch stetige und differenzierbare Funktionen approximiert werden müssen. Dies ist mit jeder beliebigen Genauigkeit möglich, wenn

$|f_t - \bar{f}_t| < \varepsilon$[1], wo $\bar{f}_t$ die Polygone, f_t ihre stetigen und differenzierbaren Approximationsfunktionen sind und ε eine beliebig kleine positive Konstante ist, die nur der Bedingung zu genügen braucht, daß sie kleiner als der ohnehin vorhandene statistische Fehler der anzunähernden Polygone ist. Durch eine entsprechende Wahl der Approximationsfunktionen und ihrer Definitionsintervalle können diese Bedingungen aber immer erfüllt werden.

Damit ist gezeigt, daß der Ansatz stetiger und differenzierbarer Funktionen bei theoretischen Überlegungen durchaus sinnvoll ist.

Als statistisch bekannt werden folgende Zeitreihen angesehen:

das Nettoprodukt	$n_t = n_o(N(t)$
die Zahl der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten	$a_t = a_o A(t)$
die Zahl der von den abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten geleisten Arbeitsstunden	$A^h t = a^h{}_o H_A(t)$
die Zahl der in Betrieb befindlichen Maschinen	$\bar{m}_t = \bar{m}_o \bar{M}(t)$
die Zahl der vorhandenen betriebsbereiten Maschinen	$m_t = m_o M(t)$
die Zahl der geleisteten Maschinenstunden	$M^h t = M^h{}_o H_M(t)$
der Energieverbrauch	$e_t = e_o E(t)$
der Rohstoffverbrauch	$f_t = f_o F(t)$
die Bruttoinvestitionen an Maschinen	$y_t = y_o J(t).$

Alle angeführten Punktmassen bzw. ihre Veränderungen im Zeitablauf werden im Sinne der Fragestellung als natural-

---

1) v. Mangoldt, H., Knopp, K., Einführung in die höhere Mathematik, Bd. II, Stuttgart 1947, S. 65

ökonomische Leistungsströme, also als Produkte der in den entsprechenden physikalischen Maßeinheiten gemessenen Mengengrößen mit ihren Qualitäten bzw. Qualitätsveränderungen aufgefaßt.

Gesucht ist - von einigen Hilfsgrößen abgesehen, die erst im Verlaufe der Untersuchung definiert werden sollen - der naturalökonomische Umfang des Maschinenbestandes $q_t = q_o Q(t)$.

Nachdem das Problem gestellt ist, muß die Betrachtungsweise gewählt werden, auf deren Grundlage die folgenden Überlegungen vorgenommen werden sollen.

Zur Ermittlung des gesamten Maschinenbestandes können bei den einzelnen Industriezweigen je nach ihrer Struktur und je nach der Art des von ihnen betriebenen Produktionsprozesses und damit ihrer Ausrüstung mit Maschinen und maschinellen Anlagen zwei grundsätzlich verschiedene Betrachtungsweisen angelegt werden. Besteht der Maschinenpark eines Industriezweiges aus einer großen Anzahl einzelner, gegenseitig weitgehend austauschbarer Aggregate, die außerdem noch im Verhältnis zum Umfang des Gesamtmaschinenbestandes klein sind, so kann für einen solchen Industriezweig insgesamt angenommen werden, daß die im Produktionsprozeß laufend verbrauchten Teile seines Maschinenbestandes auch ständig ersetzt werden. [1] Dies gilt erst recht, wenn ein solcher Industriezweig aus kleinsten Anfängen einigermaßen stetig und gleichmäßig gewachsen ist, und wenn dessen Alter zu Beginn der Beobachtung bereits eine nicht zu kleine Anzahl von Umschlagsperioden über-

---

1) Diese Unterstellung braucht für einen einzelnen Betrieb bzw. ein einzelnes Unternehmen einer solchen Branche nicht zulässig zu sein und ist es im allgemeinen auch nicht.

dauert hat und er außerdem eine nicht zu kleine Anzahl von Betriebseinheiten umfaßt. Ist dieser Sachverhalt sinnvoll zu unterstellen, dann kann angenommen werden, daß der permanent anfallende Maschinenverschleiß - auf den gesamten Industriezweig gesehen - auch kontinuierlich ersetzt wird. Es kann dann die k o n t i n u i e r l i c h e Betrachtungsweise angelegt werden. - Bei den Industrien, deren Fertigung relativ große Aggregate und daher auch - gemessen am Gesamtbestand - eine vergleichsweise geringe Anzahl maschineller Anlagen erfordert, kann dagegen nicht angenommen werden, daß der ständig anfallende Maschinenverschleiß und sein Ersatz sich innerhalb der Branche ausgleichen. In solchen Industrien muß eher damit gerechnet werden, daß der technische Fortschritt und der Wettbewerb zu Ersatzinvestitionszyklen führen. Für solche Industriezweige, in denen Realkapitalverzehr und Realkapitalersatz zeitlich auseinanderklaffen, muß daher eine andere Betrachtungsweise, die d i s k o n t i n u i e r l i c h e Betrachtungsweise, angelegt werden.

Da in vielen Industriezweigen die Bedingungen, unter denen eine kontinuierliche Betrachtungsweise sinnvoll anzulegen ist, weitgehend erfüllt sind, [1] soll der Maschinenbestand auf diese Weise ermittelt werden.

120 000 Die Definition einiger Hilfsrelationen

Um die nachfolgenden Gedankengänge nicht über Gebühr mit im Hinblick auf den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung zweitrangigen Betrachtungen und tautolo-

---

1) Als Demonstrationsbeispiel wird die Textilindustrie gewählt. Vgl. die Ausführungen unter 332 000

gischen Umformungen zu belasten, sollen ihnen die Definitionen einiger sachlich-ökonomisch unmittelbar interpretierbarer Größen sowie die zwischen diesen bestehenden Gleichungen vorangestellt werden. Dabei erlauben es die später vorzunehmenden Überlegungen, sich auf die relative Veränderung der betreffenden Größen bzw. Relationen zu beschränken.

Die über die als bekannt vorausgesetzten Daten zu gewinnenden Hilfsrelationen, die späterhin verwendet werden sollen, sind die folgenden:

1. Die relative Veränderung der durchschnittlichen Arbeitszeit je abhängige Beschäftigten im Produktionsprozeß:

   $$(1)\quad \bar{H}_A(t) = \frac{H_A(t)}{A(t)} \quad .$$

2. Die relative Veränderung des Produktionsergebnisses je geleistete Arbeitsstunde (Ergiebigkeit der unmittelbar aufgewendeten menschlichen Arbeit):

   $$(2)\quad \sigma(t) = \frac{N(t)}{H_A(t)} \quad .$$

   Dieser Quotient ist - wie im Verlaufe der Untersuchung kurz bemerkt wird - nur in speziellen Fällen ein Maß für den Fortschritt der Arbeitsproduktivität.

3. Die relative Veränderung des auf den Einsatz von Maschinen bezogenen Beschäftigungsgrades:

   $$(3)\quad \Delta(t) = \frac{\bar{M}(t)}{M(t)} \quad .$$

   Absolut betrachtet ist $\Delta_t = \Delta_0 \Delta(t) = \bar{m}_t . m_t^{-1} \leqq 1$. Der Beschäftigungsgrad der Maschinen kann also höchstens den Betrag 1 annehmen.

4. Die relative Veränderung der durchschnittlichen Laufzeit je in Betrieb befindlicher Maschine :

   $$(4)\quad \bar{H}_M(t) = \frac{H_M(t)}{\bar{M}(t)} \quad .$$

5. Die relative Veränderung des Ausnutzungsgrades der Maschinen:

$$(5)\quad W(t) = \frac{H_M(t)}{M(t)} \quad .$$

6. Die relative Veränderung des Produktionsergebnisses je geleisteter Maschinenstunde (Effizienz der im Produktionsprozeß eingesetzten Maschinen):

$$(6)\quad \psi(t) = \frac{N(t)}{H_M(t)} \quad .$$

7. Die relative Veränderung der Maschinenzuteilung an die abhängig Beschäftigten:

$$(7)\quad \xi(t) = \frac{\dot{M}(t) \cdot S(t)}{A(t)} \quad .$$

wo S(t) die sogleich zu definierende relative Veränderung der Zahl der gefahrenen Schichten ist.

8. Die relative Veränderung des Schichtbetriebes:

$$(8)\quad S(t) = \frac{H_M(t)}{H_A(t)} \quad .$$

9. Die relative Veränderung der Zahl der vorhandenen Arbeitsplätze:

$$(9)\quad P(t) = \frac{A(t)}{S(t) \cdot \Delta(t)} \quad .$$

Dabei ist nach der Definition der Wachstumsfunktionen für alle Funktionen vorausgesetzt, daß sie für beliebiges t nicht verschwinden.

Zwischen den bisher definierten Größen bestehen folgende tautologische bzw. Bestimmungsgleichungen:

Aus (8) folgt in Verbindung mit (1) und (4):

$$(10)\quad S(t) = \frac{A(t)}{M(t)} \cdot \frac{H_M(t)}{H_A(t)} \quad .$$

Wegen (10) ergibt sich aus (7), (2) und (6):

$$(11)\quad \xi(t) = \frac{H_M(t)}{H_A(t)} = \frac{\sigma(t)}{\psi(t)} \quad .$$

Aus (9) folgt wegen (10) und (11):

$$(12)\quad P(t) = M(t) \cdot \frac{\psi(t)}{\sigma(t)} = M(t) \cdot \frac{H_A(t)}{H_M(t)} = \frac{M(t)}{\xi(t)} \quad .$$

Über (3) und (4) ergibt sich:

$$(13)\quad W(t) = \Delta(t) \cdot H_M(t).$$

Der relative Ausnutzungsgrad der Maschinen ist also gleich dem Produkt aus ihrem relativen Beschäftigungsgrad und ihrer relativen durchschnittlichen Laufzeit.

Wegen (13) ist über (2), (3), (4), (6) und (10) aber auch:

$$(14)\quad W(t) = H_A(t) \cdot S(t) \cdot \Delta(t).$$

Aus (5) und (6) folgt schließlich:

$$(15)\quad \frac{N(t)}{W(t)} = \psi(t) \cdot M(t).$$

Hierzu muß gesagt werden, daß insbesondere die Relationen $\sigma(t)$ und $\psi(t)$ statistische Beziehungsgrößen ohne eindeutigen Kausalzusammenhang darstellen. Das bedeutet, daß auch alle Ausdrücke, in welche diese Quotienten eingehen, im allgemeinen als statistische und nicht als ökonomische Größen betrachtet werden müssen. Es wird mit eine Aufgabe dieser Untersuchung sein, die hinter diesen Relationen stehenden Kausalzusammenhänge aufzuzeigen.

200 000 Die Grundgleichung zur Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes; Skizze der Lösung des Problems

Um den Umfang des Maschinenbestandes eines ganzen Industriezweiges und seine Veränderung im Zeitablauf erfassen zu können, muß ein allgemeingültiger Funktionalzusammenhang zwischen ihm und anderen statistisch verfügbaren ökonomischen Größen gefunden werden. Anders ausgedrückt: es muß eine Möglichkeit gesucht werden, den Umfang des in der Gesamtheit der vorhandenen Maschinen gebundenen Kapitals mit Hilfe bekannter bzw. sinnvoll als bekannt voraussetzbarer statistischer Zeitreihen zu messen.

Nun ist es eine charakteristische Eigenschaft der Ökonomik, daß es in ihr keine apriorischen Maßstäbe gibt, [1] und daß darüber hinaus "die Metrik, die allen gesellschaftswirtschaftlichen Rechnungen zugrunde liegt, nicht vom Prozeß selbst unabhängig ist." [2] Das bedeutet, daß jedes Maßsystem, womit man eine ökonomische Größe mißt, in gewissem Sinne immer willkürlich ist. Die Wahl der Metrik kann daher - selbstverständlich im Rahmen des gesellschaftswirtschaftlich Sinnvollen und Zulässigen - nach Gesichtspunkten der Zweckmäßigkeit vorgenommen werden. Das bedeutet aber auch, daß ein einmal gewähltes Maßsystem sich im allgemeinen im Verlaufe des zu beobachtenden Prozesses verändert. Dieser Schwierigkeit kann man - allerdings nur bedingt - dadurch Herr zu werden versuchen, daß man zu "Mengen"-Rechnungen, in denen eine feste Metrik unterstellt wird, [3] über-

1) Vgl. Peter, H., Einführung in die politische Ökonomie, Stuttgart 1960, S. 41
2) Peter, H., Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufes, Göttingen 1954, S. 157
3) Derselbe, Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufes, a.a.O., S. 157

geht, also in Wirtschaftsordnungen, die überwiegend auf der freien Entscheidung ihrer Wirtschaftssubjekte beruhen, Preisschwankungen durch geeignete Preisindices ausschaltet, oder im planwirtschaftlich organisierten Wirtschaftssystem die Verrechnungspreise festhält. Wäre nun die Entwicklung der Preise der Güter und Leistungen ein Gradmesser für die Veränderungen ihrer Qualitäten, so würde man durch Eliminierung der Preisschwankungen den Übergang zu einer reinen Mengenrechnung im physikalischen Sinne vollziehen. Damit wäre eine feste Metrik zu Recht unterstellt. Ein solcher im Zeitablauf unveränderlicher (physikalischer) Maßstab der Güter würde aber nur dann den ökonomischen Verhältnissen gerecht, wenn die Technik konstant bliebe und damit die Qualität der Güter zeitinvariant wäre. Dies ist jedoch im realen Ablauf des Wirtschaftsgeschehens so gut wie überhaupt nicht der Fall. Eine feste Metrik ist somit in der Ökonomik sinnvoll nicht unterstellbar. Der ökonomische Umfang der physikalischen Einheit irgendeines Gutes nimmt mit der Verbesserung seiner Qualität zu; der ökonomische Maßstab der Güter dehnt sich, wenn Qualitätsverbesserungen stattfinden. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmäßig, die Veränderung der ökonomischen Leistungen im Zeitablauf durch das Produkt ihres physikalischen Mengenindex mit ihrer qualitativen Verbesserung zu messen. Auf diese Weise wird die Schwankung der Preise ausgeschaltet, der mit dem Fortschritt der Technik verbundenen Variabilität der ökonomischen Maßstäbe aber voll Rechnung getragen. Die sozialökonomische Betrachtungsweise ist durch die güterwirtschaftliche, naturalökonomische ersetzt, deren Anlegen im Hinblick auf die Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes eines einzelnen Industriezweiges erfolgversprechender erscheint als die geldwirtschaftliche Betrachtungsweise.

Doch nun zum Ansatz der Messung des Umfanges des Maschinenbestandes selbst. Da das Nettoprodukt des betrachteten Industriezweiges als im Zeitablauf bekannte Größe vorausgesetzt ist, empfiehlt es sich, seine Entwicklung im naturalökonomischen Sinne als Grundlage einer Erfassung der realen Veränderung des Maschinenbestandes zu wählen, ist doch das Wachstum von Maschinenzahl und Maschinenleistung eine wesentliche Bedingung für eine Steigerung der Wertschöpfung des zu untersuchenden Industriezweiges. Dessen "eigene Leistung" [1] ist jedoch außer von der Maschinenstückzahl und der Ergiebigkeit der Maschinen noch von deren Ausnutzung abhängig. Je besser nämlich die maschinelle Ausstattung genutzt wird, umso größer wird - ceteris paribus - das mit ihrer Hilfe erzeugte Nettoprodukt sein bzw. umso kleiner kann der Umfang des Maschinenbestandes bei vorgegebener Wertschöpfung gehalten werden. Das Wachstum des in den Maschinen gebundenen Realkapitals vollzieht sich damit direkt proportional zur Veränderung des realen added value und umgekehrt proportional zur Entwicklung des Grades seiner Ausnutzung. Die formale Richtigkeit dieser Überlegung wird dadurch erhärtet, daß das Nettoprodukt von der Dimension einer ökonomischen Leistung [Menge . Zeit $^{-1}$] [2] und der Ausnutzungsgrad von der Dimension [Zeit $^{-1}$] ist, während dem Umfang des Maschinenparks als Streckenmasse diejenige der [Menge] zukommt.

Damit ist aber nur der erste Schritt zur Formulierung eines allgemeingültigen Funktionalzusammenhangs zwischen der Entwicklung des Nettoproduktes und derjenigen

---

1) St.B.A., Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 7, Brutto- und Nettoproduktionswerte der Industrie im Jahr 1950, S. 4

2) Vgl. Bolza, H., Grundriß einer systematischen Wirtschaftslehre, Stuttgart 1941, S. 10

des Umfangs des Maschinenbestandes getan. Die bis jetzt hergestellte Beziehung zwischen Wertschöpfung, Ausnutzungsgrad und Maschinenbestand besagt, daß der aus dem mit seinem Ausnutzungsgrad multiplizierten Umfang des Maschinenparks und dem mit seiner Hilfe erzeugten Nettoprodukt gebildete Quotient im Zeitablauf konstant bleibt. Dies tritt jedoch - wie noch gezeigt werden wird - im Hinblick auf einen einzelnen Industriezweig nur in speziellen, in der Realität des Wirtschaftsablaufs äußerst seltenen Fällen ein. Im allgemeinen - und hier liegt bereits eine sich in der Zeit vollziehende Variation des Maßstabes vor, welche die tatsächliche Messung des in den Maschinen gebundenen Realkapitals so erschwert - wird aber der zur Erzeugung einer Nettoproduktionseinheit notwendige "produktionswirksame Umfang" des Maschinenbestandes keine zeitinvariante Größe sein. Dieser Umstand ist auf "die ökonomische Wirkung des sich über die Zeit erstreckenden technischen Fortschritts" [1)2)] zurückzuführen und damit - wie noch zu zeigen sein wird - auf qualitative Veränderungen aller Teile oder eines Teiles der in den Produktionsprozeß einmündenden Leistungs-, d.h. Aufwandsströme. Um der Veränderung des Produktionsverfahrens formal Rechnung zu tragen, muß die Relation zwischen dem Nettoprodukt und dem Ausnutzungsgrad mit einer dimensionslos zeitabhängigen Größe multipliziert werden, die sachlich nichts anderes darstellt, als den von den Schwankungen des Aus-

---

1) Strumilin, W., The Time-Faktor in Capital Investments Projects, in: International Papers 1953

2) Der technische Fortschritt ist in seiner Ott'schen Begriffsbestimmung aufzufassen, also im Sinne einer Verbesserung des Produktionsverfahrens. Vgl. Ott,A.E., Technischer Fortschritt, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Bd. 10, Stuttgart 1959, S. 308

nutzungsgrades bereinigen, auf die Ausstattung an Maschinen bezogenen Kapitalkoeffizienten. Er wird allenthalben als einer der wichtigsten Strukturkoeffizienten der fortschreitenden Wirtschaft erachtet.

Betrachtet man nun nicht die absolute Entwicklung der genannten Grundgrößen und des eingeführten Strukturkoeffizienten, sondern lediglich ihre relativen Veränderungen, worauf es hier hauptsächlich ankommt, so läßt sich der absolute Umfang des vorhandenen Maschinenbestandes zu einem beliebigen Zeitpunkt in Verbindung mit (15) definieren als

$$(16)\quad q_t = q_o \frac{\eta(t) \cdot N(t)}{W(t)} = q_o \psi(t) \cdot \eta(t) \cdot M(t),$$

wo q_o der Umfang des Maschinenparks in einem beliebig zu wählenden Zeitpunkt $t = o$ (Anfangsbestand) und $\eta(t)$ die relative Veränderung des bereinigten, auf den naturalökonomischen Umfang des Maschinenbestandes bezogenen Kapitalkoeffizienten ist. Dabei soll der Sonderfall $w_t = o$ für beliebiges t nicht zugelassen sein.

In Parenthese sei noch vermerkt, daß das Produkt aus dem Umfang des Maschinenbestandes und dem absoluten Wert des branchenmaximalen Ausnutzungsgrades der Maschinen [1] $q_t \cdot w_{t,max}$, also der maximale "produktionswirksame Umfang" des Maschinenparks ein Maß für die Produktionskapazität darstellt. Kennt man darüber hinaus auch noch den absoluten bereinigten Kapitalkoeffizienten η_t, so ist eine quantitative Aussage darüber möglich, welcher Nettoproduktionsumfang der

---

1) In der Textilindustrie beispielsweise ist der maximale Ausnutzungsgrad sicher kleiner als es einem 3-Schicht-Betrieb der Anlagen entsprechen würde, da hier der Frauenarbeit große Bedeutung zukommt. Für Frauen aber ist Nachtarbeit verboten.

Produktionskapazität entspricht. Auf Fragen der Kapazitätsmessung soll im Zusammenhang mit dieser Untersuchung jedoch nicht eingegangen werden.

Die relative Veränderung des Umfanges des Maschinenbestandes ergibt sich, indem beide Seiten von (16) durch den Anfangsbestand q_o dividiert werden:

$$(17) \quad Q(t) = \frac{q_t}{q_o} = \frac{\eta(t)\, N(t)}{W(t)} = \eta(t) \cdot \psi(t) \cdot M(t).$$

Die Aufgabe, den Umfang des Maschinenbestandes zu ermitteln, kann somit auf die Weise angegangen werden, daß man versucht, den in einem beliebig zu wählenden Ausgangszeitpunkt der Betrachtung vorhandenen Bestand q_o mit Hilfe unmittelbar verfügbarer bzw. indirekt zugänglicher Zeitreihen fortzuschreiben. Damit bestehen zwei Teilprobleme, die sukzessiv gelöst werden können. Einmal ist der Anfangsbestand q_o zu bestimmen, und zum anderen muß über die relative Veränderung des vom Ausnutzungsgrad bereinigten, auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogenen Kapitalkoeffizienten $\eta(t)$[1] eine allgemeingültige, einer statistischen Verifizierung zugängliche Aussage gewonnen werden.

Da sich die Ermittlung des Anfangsbestandes zu einer in erster Linie statistischen Fragestellung reduzieren läßt, wenn man keine Freizügigkeit in der Wahl des Ausgangspunktes der Betrachtung verlangt, soll zuerst das zweite Teilproblem in Angriff genommen werden, also eine ökonomisch sinnvolle Definition des bereinigten Kapitalkoeffizienten erarbeitet werden. Gerade darin aber, daß der Schwerpunkt der Untersuchung auf die Ermittlung der Größe $\eta(t)$ gelegt wird, unterscheidet sich das zu entwickelnde Verfahren von den bisher in Vorschlag gebrachten Methoden.

---

1) Im folgenden kurz als bereinigter relativer Kapitalkoeffizient bezeichnet.

Der hierzu einzuschlagende Lösungsweg sei aus didaktischen Gründen kurz skizziert: Zunächst sollen die als bekannt vorausgesetzten Bruttoinvestitionen an Maschinen auf der Grundlage der kontinuierlichen Betrachtungsweise in ihre den Bestand verändernde (Neuinvestitionen) und in ihre den Bestand erhaltende Komponente (Ersatzinvestitionen) aufgespalten werden. Dadurch wird es möglich, die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen formal zu erfassen und ebenfalls formal etwas über die den Anfangsbestand q_0 bestimmenden Größen auszusagen. Die herzuleitenden Gleichungen werden dann auf die einfachste Modellgruppe der reinen Erweiterung des Produktionsverfahrens durch ausschließliche Verbesserung des Ausnutzungsgrades oder/und reine Vergrößerung des Maschinenbestandes angewandt. Danach kann dazu übergegangen werden, die Wirkungen qualitativer Verbesserungen der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme auf den bereinigten Kapitalkoeffizienten und andere noch einzuführende Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter Anwendung der Isoliermethode zu untersuchen. Über die Methode der abnehmenden Abstraktion wird es dann möglich sein, einen allgemeinen Ansatz zur Ermittlung des bereinigten Kapitalkoeffizienten zu erarbeiten. Im Anschluß daran gilt es, den Umfang des Maschinenbestandes für einen geeigneten Zeitpunkt zu ermitteln, womit das anstehende Problem formal gelöst ist.

Bevor die Aufspaltung der Bruttoinvestitionen in Neu- und Ersatzinvestitionen angegangen wird, sollen aber noch zwei weitere Strukturkoeffizienten in ihrer relativen Form eingeführt werden, der unbereinigte Kapitalkoeffizient und die Kapitalintensität - beide auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogen.

1) Der relative unbereinigte, auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogene Kapitalkoeffizient:
Setzt man - formal zur Abkürzung der Schreibweise -
(18) $\varphi(t) = \eta(t) \cdot W(t)^{-1}$,
so folgt wegen (17)
(19) $Q(t) = \varphi(t) \cdot N(t)$ [1]
mit $\varphi(t)$ als der relativen Veränderung des allgemein gebräuchlichen, vom relativen Ausnutzungsgrad unbereinigten Kapitalkoeffizienten, [2] der im Zeitablauf notwendig stärkeren, den Schwankungen des Nettoproduktes gegenläufigen konjunkturellen Oszillationen um seinen langfristigen Trend ausgesetzt ist als der bereinigte relative Kapitalkoeffizient $\eta(t)$ um den seinen. - Die Größe φ_t ist - absolut betrachtet - von der Dimension $\left[\text{Zeit}^{-1}\right]$ [3], während η_t - wie gesagt - eine unbenannte Zahl ist.

2) Die relative, auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogene Kapitalintensität: [4]
Auch die auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogene Kapitalintensität läßt sich in den bisher hergeleiteten Beziehungen formal darstellen. Üblicherweise wird unter dem Begriff der Kapitalintensität das auf den Arbeiter im Durchschnitt entfallende vorhandene, d.h. investierte Kapital verstanden. Die Berücksichtigung des Ausnutzungsgrades der sachlichen Produktionsmittel, die dadurch notwendig wird, daß die Ergebnisse dieser Überlegungen auf den tatsächlichen Wirtschaftsablauf angewandt werden sollen,

---

1) Vgl. z.B. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1955, S. 234

2) Im folgendenkurz als unbereinigter relativer Kapitalkoeffizient bezeichnet.

3) Schneider, E., a.a.O., S. 234, Fußnote 1)

4) Im folgenden kurz als relative Kapitalintensität bezeichnet.

legt es jedoch nahe, eine gegenüber der allgemeinen Gepflogenheit modifizierte Begriffsbestimmung einzuführen, und die Kapitalintensität als den durchschnittlichen Kapitalbedarf je Arbeitsplatz zu definieren. Diese Definition des Begriffs hat den Vorzug der Allgemeingültigkeit, d.h., die Kapitalintensität so verstanden ist gegenüber den Schwankungen des Beschäftigungsgrades der Maschinen und gegenüber den Variationen des Schichtbetriebes invariant, wie es ja auf die Realität angewandt sinnvoll ist. Bei realer Betrachtung des Maschinenbestandes und seiner Entwicklung im Zeitablauf läßt sich somit die relative Kapitalintensität im Sinne dieser Untersuchung unter Berücksichtigung von (12), (15) und (16) schreiben als

$$(20)\quad \mu(t) = \frac{Q(t)}{P(T)} = \eta(t) \cdot \psi(t) \cdot \xi(t).$$

Sie wächst damit proportional zum bereinigten Kapitalkoeffizienten, zur Effizienz der Maschinen und zur Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die durch (16) gegebene Meßvorschrift zur Erfassung des Umfangs des Maschinenbestandes keineswegs die einzig mögliche ist. Sie wurde nur im Hinblick auf die statistische Verifizierung als zweckmäßigste gewählt. Im Zusammenhang mit der Ermittlung des Anfangsbestandes q_o wird noch eine weitere zu nennen sein.

300 000 Die relative Entwicklung des Maschinenbestandes im Zeitablauf

310 000 Neu- und Ersatzinvestitionen sowie die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen

311 000 Neuinvestitionen an Maschinen

Der Umfang des Maschinenbestandes wird verändert, indem ihm laufend Teile hinzugefügt bzw. Teile von ihm kontinuierlich abgezweigt werden. Es werden reale Neuinvestitionen (i.w.S.) an Maschinen vorgenommen. Der Betrag der in einer bestimmten, abgegrenzten Zeitspanne getätigten realen Neuinvestitionen läßt sich somit formal als Differenz zwischen Endbestand und Anfangsbestand in der gerade betrachteten Periode erfassen. Es ist demnach

$$N^{y}t = {}^{q}t_2 - {}^{q}t_1$$

der Umfang der Neuinvestitionen des beobachteten Prozesses, dessen Dauer $t_2 - t_1 > o$ beträgt. Dabei ist es im Zusammenhang mit dieser Untersuchung - wie schon durch die Bezeichnungsweise angedeutet - zunächst unerheblich, ob die Neuinvestitionen dem Beginn oder dem Ende des Betrachtungszeitraumes oder einem im Innern des beiderseits abgeschlossenen Beobachtungsintervalls liegenden Zeitpunkt zugeordnet werden, da Stetigkeit und Differenzierbarkeit der Wachstumsfunktionen vorausgesetzt ist.

Ist $q_{t_2} - q_{t_1} > o$, liegt also eine Vergrößerung des Umfanges des Maschinenbestandes vor, so haben wir es mit realen Neuinvestitionen im engeren Sinne [1] zu tun. Bei

---

1) Unter Neuinvestitionen im engeren Sinne sind - im Gegensatz zu den Desinvestitionen - diejenigen Neuinvestitionen verstanden, die zu einer (quantitativen oder/und qualitativen) Vergrößerung des Bestandsumfanges führen.

$q_{t_2} - q_{t_1} < o$ läßt sich der Vorgang sachlich als Verminderung des Bestandsumfanges (reale Desinvestition) interpretieren. Im Falle $q_{t_2} - q_{t_1} = o$ bleibt der Umfang des Maschinenbestandes über die ganze Dauer der beobachteten Periode stationär. Läßt man die betrachtete Zeitspanne immer kleiner werden, was ökonomisch immer sinnvoll ist, wenn eine kontinuierliche Betrachtung dem zu untersuchenden Gegenstand angemessen ist, so wird - Stetigkeit und Differenzierbarkeit der allgemein angesetzten Funktionen sind ja vorausgesetzt - diese bei theoretischen Überlegungen umständlich zu handhabende Differenzengleichung vermieden. Als Differentialgleichung lassen sich die Neuinvestitionen dann definieren als

$$(21)\quad {}^{N}Y_t = \lim_{t' \to t} \frac{q_t - q_{t'}}{t - t'} = \dot{q}_t, \text{ wobei allgemein } \dot{q}_t \gtreqless o \text{ ist.}^{1)}$$

Aus (21) folgt in Verbindung mit (17) und (19):

$$(22)\quad {}^{N}Y_t = q_o \left[\dot{\varphi}(t)\, N(t) + \varphi(t)\, \dot{N}(t) \right].$$

Die realen Neuinvestitionen an Maschinen sind bei der hier angelegten kontinuierlichen Betrachtungsweise also nichts anderes als der erste Differentialquotient des Umfanges des Maschinenbestandes nach der Zeit.

312 000 Ersatzinvestitionen sowie mittlere Umschlagsperiode der Maschinen

In die mit Hilfe von Sachgütern und damit auch Maschinen erzeugten Produkte geht nicht nur die zu ihrer Her-

---

1) Bei den nachfolgenden formalen Überlegungen wird aus Gründen einer einfacheren verbalen Darstellung die Argumentation vorwiegend auf der Grundlage einer Bestandsvergrößerung geführt. Selbstverständlich gelten sie - mutatis mutandis - auch für den Fall, daß Desinvestitionen vorgenommen werden.

stellung notwendige unmittelbar aufgewendete menschliche Arbeit ein, sondern - neben den Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen und den sonstigen Aufwendungen, die hier nicht weiter unterteilt werden sollen - auch noch der Teil des in Maschinen gebundenen Realkapitals, der im Produktionsprozeß und durch ihn verbraucht wird. Neben der lebendigen menschlichen Arbeit wird somit auch laufend vorgetane, in den Maschinen verkörperte, menschliche Arbeit verzehrt. Sie muß kontinuierlich ersetzt werden, wenn der jeweilige Umfang des Maschinenbestandes nicht beeinträchtigt werden soll. Neben den Neuinvestitionen, die den Kapitalstock verändern, sind also die Ersatzinvestitionen zu unterscheiden, die ihn erhalten. Diese sind bei der hier angelegten kontinuierlichen Betrachtungsweise notwendig dem Maschinenverschleiß identisch, wenn der Bestand nicht reduziert wird. [1] Wenigstens grundsätzlich besteht damit die Möglichkeit, eine Aussage über die aufzuwendenden Ersatzinvestitionen zu machen, indem man Anfangsbetrag und relatives Wachstum des Maschinenverschleißes zu ermitteln versucht.

Nun gibt es, legt man die Ursachen als Unterscheidungsmerkmal zugrunde, zwei Formen des Verschleißes, deren jeweilige eventuellen ökonomischen Folgen wiederum verschieden sind.

Zunächst ist der Maschinenbestand bzw. sein im Prozeß wirksamer Teil einem gebrauchsbedingten oder physischen Verschleiß ausgesetzt. Dieser äußert sich in der materiellen Abnutzung seiner Einzelteile, und diese ist abhängig vom Umfang des Fonds, seiner Ausnutzung sowie

---

1) Vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1955, S. 223

der Qualität seiner Elemente. Erreicht diese Form des Verschleißes einen gewissen Grad, so werden möglicherweise Teile des Bestandes für die Produktion im physikalischen Sinne unbrauchbar.

Neben diesem physischen Verschleiß beeinträchtigt die laufend in den Maschinenneuzugängen realisierte, aber auch die für die überschaubare Zukunft zu erwartende technische Entwicklung im Maschinenbau den Umfang des jeweils vorhandenen Bestandes, da mit dem Erscheinen neuer Maschinenkonstruktionen größerer Effizienz und/oder geringerer Betriebs- und Instandhaltungsaufwendungen der Wert und damit auch der naturalökonomische Umfang des in den bereits vorhandenen Maschinen festgelegten Kapitals vermindert wird. Außerdem kann die tatsächliche oder die in Aussicht stehende Verwendung neuentwickelter Rohstoffe zu einem Substanzverlust an realem Maschinenkapital führen, wenn diese den Einsatz von Maschinen anderer Art erforderlich macht und/oder den Produktionsprozeß verkürzt, und auf diese Weise bestimmte Maschinen entbehrlich werden. Dasselbe kann eintreten, wenn das Fertigungsprogramm des betrachteten Industriezweiges modifiziert wird. Diese sehr komplexe, teils aus ex post- (realisierten) Größen, teils aus ex ante-Größen bestehende Form des Verschleißes - durch den technischen Fortschritt bzw. durch einen Wandel im Produktionsverfahren verursacht - wird als moralischer Verschleiß bezeichnet. Moralisch abgenutzte Teilbestände können im physikalischen Sinne voll gebrauchstüchtig sein.

Beide Formen des Verschleißes treten in der Realität gleichzeitig, sich gegenseitig überlagernd auf. Ihre Isolierung ist für die Wirtschaftssysteme, die auf der Grundlage der Entscheidungsfreiheit ihrer Wirtschaftssubjekte basieren - wenn überhaupt - nur unter erheb-

lichen Schwierigkeiten möglich. [1)2)] Davon abgesehen ist aber auch die durchschnittliche Lebensdauer der Maschinen nicht bekannt, über deren Länge die ex ante-Größen projiziert werden müßten, wobei einer fundierten Vorausschätzung künftiger materialer Aufwands- und Absatzströme, die auf die Entwicklung des Verschleißes einwirken, [3)] über so lange Perioden, in welchen sich im allgemeinen Maschinen im Betrieb befinden, größte Hindernisse im Wege stünden.

Am Rande sei vermerkt, daß sich die Höhe des Verschleißes und seine Entwicklung in der Zeit trotz all dieser Vorbehalte ermitteln läßt, wenn die durchschnittliche Lebensdauer der Maschinen als bekannt bzw. als konstant angesehen wird und Angaben über die Bruttoinvestitionen (Zugangsleistung[4)]) an Maschinen gemacht werden können. [4)] In diesem Falle stellt sich

---

1) Die Isolierung der "Komponenten" komplexer Größen ist eines der größten Probleme der Nationalökonomie.

2) Russische Nationalökonomen definieren den Zusammenhang zwischen dem physikalischen und dem moralischen Restwert des Verschleißes multiplikativ. Zur Ermittlung der beiden Verschleißformen müssen neben dem Anfangswert der Reparaturaufwand und der Reproduktionswert des betrachteten Aggregates im Zeitpunkt der Berechnung des aufgelaufenen Verschleißes bekannt sein. Die Kenntnis der letztgenannten Größen kann hier aber nicht vorausgesetzt werden. Vgl. Konson, A., Einige Fragen der Analyse des ökonomischen Nutzeffektes bei der Einführung der neuen Technik, in: Statistische Praxis, Berlin 1956, Heft 2, S. 17 f.

3) Vgl. Schneider, E., Die wirtschaftliche Lebensdauer industrieller Anlagen, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Jena 1942, Band 55, S. 92 ff.

4) Vgl. Bolza, H., Anwendung der Erneuerungstheorie auf das Abschreibungsproblem, in: Zeitschrift für Ökonometrie, 1. Jg. 1955, Heft 1, S. 49 ff.

aber im Zusammenhang mit dieser Untersuchung das Problem, den Verschleiß originär zu messen, gar nicht. Vielmehr läßt sich dann bei Anlegung einer kontinuierlichen Betrachtungsweise die relative Veränderung des realen Maschinenbestandes leicht angeben und mit ihr auch diejenige des Verschleißes und der Kapitalkoeffizienten. [1)]

Man überwindet den toten Punkt nur, wenn man das Vorhaben aufgibt, den Verschleiß und mit ihm die notwendig aufzubringenden Ersatzinvestitionen direkt zu ermitteln. Da die Bruttoinvestitionen als bekannt vorausgesetzt und die Neuinvestitionen formal erfaßt sind, lassen sich die Ersatzinvestitionen, also der Verschleiß, als Differenz dieser beiden Investitionsarten ebenfalls formal erfassen. D.h., man kann sie indirekt über das tatsächliche Investitionsverhalten der Unternehmer, das sich in der realen Zugangsleistung an Maschinen niederschlägt, berechnen. Damit werden auch die jeweiligen tatsächlichen Erwartungen der Unternehmer, eines der wesentlichsten ihrer Investitionsmotive, voll berücksichtigt.

Für die realen Ersatzinvestitionen $r_t = r_o R(t)$ besteht demnach in Verbindung mit (21) die folgende Definitionsgleichung:

---

1) Unter Vorwegnahme der noch herzuleitenden Definitionen der Ersatzinvestitionen (23) und der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen (26) besteht dann nämlich folgende Bestimmungsgleichung für den Umfang des Maschinenbestandes: $q_t + q_t \cdot \tau_t^{-1} = y_t$ mit der Umschlagsperiode τ_t und den realen Bruttoinvestitionen y_t. Das Integral dieser inhomogenen linearen Differentialgleichung erster Ordnung $q_t = \bar{F}(t)^{-1} \left[\int_o^t y_t \cdot \bar{F}(t)\, d_t + q_o \right]$ mit $\bar{F}(t) = \exp \int_o^t \tau_t^{-1} d_t$ legt den Umfang des Maschinenbestandes bis auf die Anfangsbedingung, die anderweitig ermittelt werden muß, fest. - Die Variabilität des Maßstabes wird hier durch die Größe $\tau_t = \tau_o T(t)$ Rechnung getragen.

(23) $r_t = r_o R(t) = y_o I(t) - q_o \dot{Q}(t)$ $(r_t > o$ für alle $t)$,

worin $y_t = y_o I(t)$ die realen Bruttoinvestitionen sind.

Hieraus folgt wegen (22):

(24) $r_o R(t) = y_o I(t) - q_o \left[\dot{\varphi}(t) N(t) + \varphi(t) \dot{N}(t) \right]$.

Nach Division durch r_o auf beiden Seiten dieser Gleichung ist - da aus ökonomischen Gründen $r_o \neq o$ -

(25) $$R(t) = \frac{y_o I(t) - q_o \left[\dot{\varphi}(t) N(t) + \varphi(t) \dot{N}(t) \right]}{r_o}$$

die relative Veränderung der realen Ersatzinvestitionen. Da für $t = o$ - die Wachstumsfunktionen sind ja normiert -

$R(o) = I(o) = N(o) = \varphi(o) = 1$ ist, ergibt sich aus (25)

(26) $r_o = y_o - q_o \left[\dot{\varphi}(o) + \dot{N}(o) \right]$.

Mit Hilfe der Ersatzinvestitionen, die angeben, wieviel vorgetane, in den Maschinen verkörperte menschliche Arbeit im jeweils betrachteten Zeitpunkt im Produktionsprozeß verbraucht wird, läßt sich ein weiterer wichtiger Strukturkoeffizient, die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen $\tau_t = \tau_o T(t)$ definieren. Sie ist nichts anderes als der Quotient aus dem Umfang des Maschinenbestandes und der Höhe des Verschleißes und hat damit die Dimension [Zeit].

(27) $$\tau_t = \tau_o T(t) = \frac{q_o Q(t)}{r_o R(t)} .$$ [1]

Aus (27) folgt somit wegen (19) und (23):

---

1) Peter, H., Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufes, a.a.O., S. 146

$$(28)\quad \tau_t = \tau_o T(t) = \frac{q_o \varphi(t)\, N(t)}{y_o I(t) - q_o[\dot{\varphi}(t)N(t) + \varphi(t)\dot{N}(t)]}.$$

Dividiert man (28) auf beiden Seiten durch $\tau_o \neq o$, so erhält man die relative Veränderung der mittleren Umschlagszeit der Maschinen:

$$(29)\quad T(t) = \frac{q_o\, \varphi(t)N(t)}{\tau_o \{ y_o I(t) - q_o[\dot{\varphi}(t)N(t) + \varphi(t)\dot{N}(t)]\}}.$$

Wegen $T(o) = 1$ folgt hieraus:

$$(30)\quad q_o = \frac{y_o\, \tau_o}{\tau_o (\dot{\varphi}(o) + \hat{N}(o)) + 1} = \frac{y_o \tau_o}{z_o},$$

wenn zur Abkürzung $z_o = \tau_o (\dot{\varphi}(o) + \hat{N}(o)) + 1$ gesetzt wird.

Aus (30) ergibt sich infolge (26):

$$(31)\quad r_o = y_o \cdot z_o^{-1},$$

und aus (25) folgt in Verbindung mit (30) und (31):

$$(32)\quad R(t) = z_o I(t) - \tau_o[\dot{\varphi}(t)N(t) + \varphi(t)\dot{N}(t)].$$

eine der wichtigsten in dieser Untersuchung auftretenden Gleichungen.

Infolge (29) ist über (30), (19) und (32):

$$(33)\quad T(t) = \frac{Q(t)}{R(t)},$$

und aus (19) und (33) folgt:

$$(34)\quad \varphi(t) = \frac{R(t)T(t)}{N(t)}.$$

Der unbereinigte Kapitalkoeffizient kann somit als komplexe Größe aufgefaßt werden, in welche die Ersatzinvestitionen, die mittlere Umschlagszeit der Maschinen und die Wertschöpfung eingehen.

Es sei in diesem Zusammenhang ausdrücklich vermerkt, daß sich die Begriffe mittlere Umschlagsperiode und durchschnittliche Lebensdauer der Maschinen nicht zu decken brauchen. Die Umschlagsperiode einer Investition bzw. eines Realbetrages einer Investition ist auf Grund ihrer Definition die Zeitspanne, innerhalb deren Dauer es über die Ersatzinvestitionen möglich ist, den Realbetrag dieser Investition zu akkumulieren. Es kann also sehr wohl sein, daß die Lebensdauer einer Maschine bzw. diejenige ihrer wesentlichen Bestandteile die Zeitspanne, die durch die Umschlagsperiode begrenzt ist, überdauert. Berücksichtigt man, daß die Lebensdauer einer Maschine davon abhängt, welche ihrer Bestandteile einer Messung zugrunde gelegt werden - ein bei tatsächlich vorzunehmenden Messungen häufig auftretendes Problem -, so ist die eindeutig definierte Umschlagsperiode sicher der exaktere Begriff. Aus diesem Grunde und aus Zweckmäßigkeitserwägungen wird daher hier mit der Umschlagsperiode und nicht mit der Lebensdauer der Maschinen gearbeitet.

Nachdem formal die Bruttoinvestitionen an Maschinen in ihre den Bestand verändernde und in ihre den Bestand erhaltende Komponente getrennt sind (vgl. (24)), soll nunmehr innerhalb der Neuinvestitionen zwischen den Erweiterungs- und den Verbesserungsinvestitionen unterschieden werden. Hierfür ist es notwendig zu erklären, was unter der Erweiterung bzw. der Verbesserung des Maschinenbestandes zu verstehen ist. Das soll im folgenden geschehen. Die Differenzierung zwischen den beiden Arten von Neuinvestitionen bzw. ihren verschiedenen Wirkungen auf den Bestand wird es bei vorgegebener Nettoproduktion erlauben, in speziellen Fällen Aussagen über das Verhalten der mittleren Umschlagszeit der Maschinen sowie der übrigen Strukturkoeffizienten

zu machen und darüber hinaus eine Funktion der Qualitätsverbesserung der Maschinen zu definieren, mit deren Hilfe dann die Kapitalkoeffizienten und die übrigen bis jetzt nur formal eingeführten Relationen bis auf gewisse Randbedingungen erfaßt werden können. Dabei ist es möglich, weitgehend auf die bereits entwickelten Gedankengänge zurückzugreifen. Im Hinblick auf die Art und Weise, wie sich der Maschinenbestand entwickelt, erscheint es demnach zweckmäßig, zwischen einer Erweiterung und einer Verbesserung des Produktionsverfahrens zu unterscheiden.

320 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens eines Industriezweiges

321 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen

Wird angenommen, daß das Niveau der angewandten Produktionsweise und mit ihm auch die Qualität der im Produktionsprozeß eingesetzten Maschinen in einem nicht näher abgegrenzten Zeitintervall unverändert bleibt, so kann während dieser Zeitspanne das Nettoprodukt nur gesteigert werden, wenn entweder die durchschnittliche Arbeitszeit der Arbeiter [1] $H_A(t)$ und

1) Der Begriff Arbeiter kann zunächst synonym mit dem der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten gebraucht werden, da sich hier definitionsgemäß die strukturelle Zusammensetzung der abhängig Beschäftigten nicht verändern kann, also die Anzahl der Arbeiter im gleichen Tempo wie diejenige der Angestellten zunehmen muß.

damit auch die durchschnittliche Laufzeit der Maschinen $\overline{H}_M(t)$ verlängert, der Schichtbetrieb S(t) ausgedehnt, also die Zahl der Arbeiter vergrößert, der Beschäftigungsgrad der Maschinen $\Delta(t)$ verbessert, die Zahl der Maschinen M(t) erweitert wird oder mehrere dieser bzw. alle diese Größen irgendwie so verändert werden, daß die gewünschte Vermehrung des Nettoproduktes erreicht wird. Eine qualitative Verbesserung der menschlichen Arbeit, die wenigstens teilweise durch die Funktion $\sigma(t)$ gemessen werden kann, [1] oder eine Steigerung der Ergiebigkeit der Maschinen $\psi(t)$ steht indessen im Widerspruch zu der Bedingung, nach der das Produktionsverfahren qualitativ unverändert bleiben soll. Daher kann - wegen $\xi(t) = \sigma(t) \cdot \psi^{-1}(t)$ (vgl. (11)) - in diesem Fall auch die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte nicht variiert werden. Es ist also hier $\xi(t) \equiv 1$ für alle t des Beobachtungszeitraumes.

Wegen $W(t) = \overline{H}_A(t)\, S(t)\, \Delta(t)$ (vgl. (14)) lassen sich die Variation der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter, die Veränderung des Schichtbetriebes und der Wandel im Beschäftigungsgrad der Maschinen in der Bewegung des Ausnutzungsgrades der Maschinen zusammenfassen. Ist die gewünschte Steigerung des Nettoprodukts allein über eine Verbesserung des Ausnutzungsgrades der vorhandenen Maschinen zu erreichen ($N(t) \equiv W(t)$), dann sind keine zusätzlichen Arbeitsplätze, also auch keine zusätzlichen Maschinen erforderlich. Es brauchen daher auch keine Neuinvestitionen an Maschinen getätigt zu werden. - Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Verbesserung des Ausnutzungsgrades und

---

1) Vgl. hierzu die Ausführungen unter 351 000

damit die Steigerung des Nettoproduktes notwendig ihr Ende spätestens dann finden muß, wenn der Beschäftigungsgrad der Maschinen den Betrag 1 und die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit der Arbeiter bei dreischichtigem Betrieb der Anlagen einen Umfang von 8 Stunden annimmt, also wenn der maximal mögliche Ausnutzungsgrad erreicht bzw. wenn der branchenoptimale Ausnutzungsgrad realisiert ist, was u.U. schon früher eintritt. - In diesem Falle werden die Ersatzinvestitionen an Maschinen und mit ihnen die Bruttoinvestitionen ansteigen, da eine Verbesserung der Maschinennutzung - durch eine Anhebung des Beschäftigungsgrades der Maschinen und/oder durch eine Verlängerung ihrer durchschnittlichen Laufzeit erzwungen - eine Vergrößerung des physischen Gesamtverschleißes an Maschinen und damit eine Verkürzung ihrer mittleren Umschlagsperiode nach sich zieht. Wird schließlich noch unterstellt, daß für die überschaubare Zukunft keine technischen Veränderungen im Maschinenbau zu erwarten sind,[1)] dann läßt sich die relative Entwicklung des somit nur physisch bedingten Maschinenverschleißes, also auch diejenige des Umfanges der Ersatz- und der Bruttoinvestitionen, sofort angeben, da ja der Maschinenbestand nicht schrumpfen soll. Der Maschinenverschleiß wird dann im selben Maße wie das Nettoprodukt zunehmen, das wiederum gemäß der Verbesserung des Ausnutzungsgrades wächst, weil unter der Voraussetzung einer unveränderlichen Produktionsweise sich der reale Aufwand an Maschinen je Erzeugungseinheit nicht verändern kann, wenn alle übrigen stückbezogenen relativen Aufwendungen zeitinvariant bleiben, was hier unterstellt sei. Es

---

1) Diese Voraussetzung ist in derjenigen über die Unveränderlichkeit der Produktionsmethode schon enthalten. Sie ist hier nur der Deutlichkeit halber nochmals ausdrücklich genannt.

ist also $R(t) \equiv N(t) \equiv W(t)$ über die gesamte Beobachtungszeit hinweg.

Diese Aussage über das Verhalten der relativen Aufwendungen an Maschinen steht nun keineswegs im Widerspruch zu dem bekannten Verlauf der Gesamtkostenkurve eines einmal gewählten Produktionsverfahrens. In diese gehen ja die Kosten zu ihren Nominalbeträgen ein. D.h., der beispielsweise bei einer Verbesserung des Ausnutzungsgrades gegenüber der produzierten Menge von einem bestimmten Ausnutzungsgrad an überproportionale Verlauf der Gesamtkostenkurve wird teilweise dadurch herbeigeführt, daß nominaliter Sprungkosten wie Überstunden- und Nachtzuschläge auftreten. Darüber hinaus ist aber die Wirtschaftlichkeit einer Produktionsmethode im Sinne der realen, naturalökonomischen Betrachtungsweise und damit das Verfahren selbst nicht unbedingt unabhängig von den Schwankungen in der Ausnutzung der eingesetzten Faktoren. Mit steigender Ausnutzung der Produktionsfaktoren kann sich damit sehr wohl die Produktionsweise im Sinne dieser Untersuchung ändern. Der hier eingeführte qualitätsbezogene Begriff des Produktionsverfahrens hat also einen gegenüber dem in der Kostentheorie verwandten einen anderen Umfang. Er ist enger gefaßt als dieser. Auf das hier erörterte Problem angewandt, bedeutet dies, daß bei einer Variation des Ausnutzungsgrades das Produktionsverfahren nur innerhalb der Grenzen eines proportionalen Verlaufs der realen Gesamtkostenkurve als unverändert angesehen wird. Anders ausgedrückt wird zunächst, wie meist bei theoretischen Überlegungen üblich, nur der constant returns-Fall in seiner naturalökonomischen Version betrachtet. D.h., es wird unterstellt, daß die Faktoreinsatzmengen pro Produkteinheit von Veränderungen im Produktionsausstoß - ceteris paribus - nicht beein-

flußt werden. Im weiteren Fortgang der Untersuchung wird es jedoch möglich sein, diese einschränkende Bedingung fallen zu lassen. [1)]

Da sich also der Verschleiß und mit ihm der aufzuwendende Bedarf an realen Ersatzinvestitionen relativ im selben Tempo wie das Nettoprodukt entwickelt, nimmt - der Umfang des Maschinenbestandes wird ja konstant gehalten - die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen in dem Maße ab wie die reale Wertschöpfung zunimmt; es ist also $T(t) \equiv N^{-1}(t)$ (vgl. (27)).

Unter Berücksichtigung von (34) folgt daher für den relativen unbereinigten Kapitalkoeffizienten: $\varphi(t) \equiv N^{-1}(t)$. Hieraus ist zu ersehen, daß dieser Strukturkoeffizient, dessen Unveränderlichkeit häufig auch bei der Messung des in einem e i n z i g e n Industriezweig investierten Kapitals unterstellt wird, selbst bei qualitativ wie quantitativ konstantem Maschinenbestand nicht zeitinvariant bleiben kann, wenn der Ausnutzungsgrad der Güter des konstanten fixen Kapitals variiert. Dagegen ergibt sich für den relativen bereinigten Kapitalkoeffizienten wegen (18): $\eta(t) \equiv 1$. Desgleichen bleibt (vgl. (20)) die auf die Zahl der Arbeitsplätze bezogene relative Kapitalintensität während der gesamten Zeitspanne, für welche die Bedingungen dieses Modells widerspruchsfrei unterstellt werden können, identisch konstant: $\mu(t) \equiv 1$.

Bevor die Diskussion dieses Modells abgeschlossen wird, soll noch vermerkt werden, daß sich in diesem Falle wegen (1), (2), (4) und (5) das Nettoprodukt relativ im selben Maße entwickelt, in welchem die Gesamtlaufzeit der Maschinen und die Arbeitsmenge zunehmen: $N(t) = H_M(t) = \bar{H}_A(t)\, A(t)$.

---

1) Vgl. hierzu die Ausführungen auf Seite 122 und 123

322 000 Die Erweiterung des Produktionsverfahrens durch Vergrößerung des Maschinenbestandes und durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen

Kann dagegen - aus welchen Gründen auch immer - oder soll zur Aufrechterhaltung einer Reservekapazität der Ausnutzungsgrad der Maschinen nicht verbessert werden, so kann unter der Voraussetzung einer unveränderlichen Produktionsweise das Nettoprodukt nur über eine Erweiterung der Maschinenstückzahl M(t), also über eine Vermehrung der Zahl der Arbeitsplätze P(t) und eine dementsprechende Zunahme der Arbeiterzahl A(t) vergrößert werden. Dabei muß, da ja die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte wie der Beschäftigungsgrad der Maschinen als konstant vorausgesetzt sind P(t) = A(t) = M(t) sein. Der Maschinenbestand entwickelt sich also gemäß der Funktion:

$$(35) \quad {}_E q_t = q_o M(t)$$

wo M(t) als monoton zunehmende Funktion der Zeit aufgefaßt werden kann.

Infolge der Zeitinvarianz des Ausnutzungsgrades nimmt das Nettoprodukt relativ im selben Maße zu, in welchem die Maschinenstückzahl vergrößert wird, da sich ja voraussetzungsgemäß die Ergiebigkeit der Maschinen nicht verändern kann: N(t) = M(t) (vgl.(15)) und damit auch N(t) = A(t).

Aus (35) folgt damit in Verbindung mit (16) auch eine identische Konstanz des relativen bereinigten Kapitalkoeffizienten: η (t) ≡ 1. Unter den für dieses Modell geltenden Bedingungen bleiben aber auch der relative

unbereinigte Kapitalkoeffizient $\varphi(t)$ (vgl. (18)) wie die relative Kapitalintensität $\mu(t)$ (vgl. (20)) unverändert.

Die reinen Erweiterungsinvestitionen ergeben sich durch einmalige Differentiation von (35) nach der Zeit:

$$(36) \qquad {}_E Y_t = {}_E \dot{q}_t = q_o \dot{M}(t). \quad ^{1)}$$

Wird wiederum unterstellt, daß für die Maschinen in der überschaubaren Zukunft kein technischer Fortschritt zu erwarten ist, so steigt der durch die Ersatzinvestitionen abzudeckende (physische) Verschleiß nach Maßgabe der Zunahme der Maschinenstückzahl und damit im selben Tempo wie das Nettoprodukt: $R(t) = M(t) = N(t)$. Die mittlere Umschlagszeit bleibt in diesem Falle unverändert ($T(t) \equiv 1$), da die reine Erweiterung des Maschinenbestandes ${}_E q_t$ begrifflich so gefaßt ist, daß sie unter den gesetzten Bedingungen keine von der Veränderung der Wertschöpfung und im gerade betrachteten Modell auch von derjenigen der Arbeiterzahl abweichende Entwicklung des gebrauchsbedingten Verschleißes und damit der Ersatzinvestitionen zu-

1) Der so definierte Begriff unterscheidet sich von dem von Erich Preiser eingeführten. Nach Preiser (vgl. Preiser, E., Grundzüge der Konjunkturtheorie, Tübingen 1933, S. 52) hat man es dann mit einer einfachen Erweiterungsinvestition zu tun, wenn Kapitalakkumulation und Bevölkerung direkt proportional zunehmen. Da sich jedoch qualitative Verbesserungen der Maschinen (vgl. die Ausführungen unter 332 000) sowohl in einer Steigerung ihrer an der geleisteten Maschinenstunde gemessenen Ergiebigkeit wie in einem gegenüber der Ausbringung geringeren Maschinenverschleiß, Rohstoff-und Energieverbrauch sowie Platzbedarf auswirken können, erscheint Preisers Definition nicht zweckmäßig. Sie wäre es, wenn die Qualitätsveränderung der Maschinen allein durch ihre an der geleisteten Maschinenstunde gemessenen Effizienz bestimmt wäre, und man es darüber hinaus nur mit geschlossenen Volkswirtschaften zu tun hätte.

läßt (vgl. (34)). Sind die Maschinen zu Beginn des Beobachtungszeitraums nicht voll ausgenutzt, so ist es denkbar, daß das Nettoprodukt - immer noch unter der Bedingung, daß keine Veränderung der Produktionsmethode im Sinne einer Verbesserung stattfindet - durch eine Kombination einer Erweiterung des Maschinenbestandes und einer Verbesserung seines Ausnutzungsgrades gesteigert werden kann. In diesem Falle muß notwendig der Maschinenbestand relativ genauso schnell wachsen wie das um die Entwicklung des Ausnutzungsgrades bereinigte Nettoprodukt - wobei auch dieser Quotient relativ zu betrachten ist (vgl. (15)), d.h. im selben Tempo, in dem die Zahl der Arbeitsplätze relativ vergrößert wird (vgl. (12)).
Es ist also:

$$(37) \quad {}_{E}W^{q}{}_{t} = q_o \frac{N(t)}{W(t)} = q_o M(t).$$

Die Ergiebigkeit der lebendigen menschlichen Arbeit wird ja nach wie vor als unveränderlich betrachtet, ebenso diejenige der in den Maschinen verkörperten Arbeit.

Aus (37) ergibt sich in Verbindung mit (16) auch in diesem Falle die Zeitinvarianz des relativen bereinigten Kapitalkoeffizienten η (t). Ebenfalls bleibt in diesem Modell wegen der schon angeführten Wachstumsidentität des relativen Umfanges des Maschinenbestandes und der relativen Arbeitsplatzzahl die Kapitalintensität während des ganzen Betrachtungszeitraumes unverändert. Dagegen entwickelt sich der unbereinigte Kapitalkoeffizient umgekehrt proportional zur Veränderung des Ausnutzungsgrades: φ (t) = W^{-1}(t).

Der relative Maschinenverschleiß verändert sich auch in diesem speziellen Falle nach Maßgabe des relativen

Nettoproduktswachstums. Es ist also $R(t) = A(t).\bar{H}_A(t)$. In Verbindung mit (33) folgt daher aus dem bereits Gesagten für die Entwicklung der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen: $T(t) = M(t) \cdot A^{-1}(t) \cdot \bar{H}_A^{-1}(t)$.

Aus diesem Modell ergibt sich insbesondere $\varphi(t) = W^{-1}(t)$ mit $W(t) = N(t)\, M^{-1}(t)$ (vgl. (15)) - die relative Ergiebigkeit der Maschinen $\psi(t)$ bleibt ja unverändert - und $R(t) = N(t)$. Mit $\dot{\varphi}(o) = \dot{M}(o) - \dot{N}(o)$ folgt somit aus (30) $z_o = \tau_o \dot{M}(o)+1$ und mit $\hat{Q}(t) = \hat{M}(t)$ (vgl. (22)) ist wegen (32)

$$(\tau_o \dot{M}(o)+1)\, J(t) - \tau_o \dot{M}(t) = N(t) \text{ für alle } t.$$

Hieraus folgt nach Umformung

$$(*)\quad \tau_o = \frac{N(t) - J(t)}{\dot{M}(o)J(t) - \dot{M}(t)}$$

mit $N(t) > J(t)$ und $\dot{M}(o)J(t) > \dot{M}(t)$ für alle $t > o$ unter der Voraussetzung einer wirtschaftlichen Expansion $(o < \dot{W}(t) < \dot{N}(t))$.

An der beliebig zu wählenden Stelle $t = o$ scheint der Quotient (*) somit jeden beliebigen Wert anzunehmen. Eine Grenzwertbetrachtung zeigt indessen, daß τ_o für $t \to o$ gegen einen endlichen, von Null verschiedenen Grenzwert konvergiert. Dieser ergibt sich durch einmalige Anwendung der Regel von de l'Hospital. [1] Aus dieser Regel folgt nämlich für τ_o an der Stelle $t = o$:

$$(**)\quad \tau_o = \lim_{t \to o} \frac{N(t) - J(t)}{\dot{M}(o)J(t) - \dot{M}(t)} = \lim_{t \to o} \frac{\dot{N}(t) - \dot{J}(t)}{\dot{M}(o)\dot{J}(t) - \dot{M}(t)}$$

$$= \frac{\dot{N}(o) - \dot{J}(o)}{\dot{M}(o)\dot{J}(o) - \ddot{M}(o)}\ .$$

---

1) Vgl. v. Mangoldt, H., und Knopp, K., a.a.O. S.167 f.

Da die Stelle t_o, also der Ausgangszeitpunkt der Betrachtung, beliebig gewählt werden kann, ist damit unter der Bedingung, daß das Nettoprodukt ausschließlich durch die Kombination von reiner Erweiterung und Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen vergrößert wird, die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen formal für jeden Zeitpunkt der Beobachtungsperiode ermittelt. Dabei ist jedoch auf folgendes zu achten: Aus (**) ergibt sich durch Umformung etwa

$$\dot{J}(o) = \frac{\tau_o \ddot{M}(o) + \dot{N}(o)}{\tau_o \dot{M}(o) + 1} .$$

Diese über das - unter Annahme einer festen Metrik [1] - nach (**) ermittelte τ_o und über die als vorgegeben betrachteten Wachstumsfunktionen des Nettoproduktes und der Maschinenstückzahl bzw. über die Ableitungen derselben zu b e r e c h n e n d e Geschwindigkeit der relativen zeitlichen Veränderung der Bruttoinvestitionen muß mit derjenigen der e f f e k t i v v o r g e n o m m e n e n Bruttoinvestitionen an Maschinen, die ebenfalls als bekannt angesehen werden kann, auch tatsächlich übereinstimmen. D.h., es muß geprüft werden, ob bei diesem Modell eine feste Metrik zu Recht unterstellt werden darf. [2] Dies kann aber bejaht werden. Da keinerlei qualitative Veränderungen zugelassen sind, ist nämlich einmal die relative zeitliche Veränderung der reinen Anzahl der Maschinen eines ganz bestimmten Typs auch ein einwandfreier Maßstab für die relative zeitliche Veränderung der insgesamt in dem betrachteten Industriezweig vorhandenen Maschi-

---

1) Vgl. Peter, H., Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufs, a.a.O., S. 157 f.

2) Vgl. Peter, H., Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufs, a.a.O., S. 157 f.

nenstückzahl im ökonomischen Sinne. [1] Zum anderen lassen sich auch die relativen zeitlichen Veränderungen des Nettoproduktes und der Bruttoinvestitionen an Maschinen über die relative zeitliche Veränderung der mengenmäßigen - etwa in Tonnen oder Quadratmeter oder Stück erfaßten - Ausbringung eines einzelnen Gutes [2] bzw. über die relative zeitliche Veränderung der stückzahlmäßigen Neuzugänge bei einem einzigen Maschinentyp messen, ohne daß irgendwelche metrischen Schwierigkeiten auftreten, ohne daß sich insbesondere diese Maßstäbe im ökonomischen Sinne im Zeitablauf verändern. Die auf die angegebene Weise e r r e c h n e t e n Bruttoinvestitionen an Maschinen müssen daher für jeden beliebigen Zeitpunkt innerhalb der Zeitspanne, für welche die Bedingungen des Modells unterstellt werden können, mit den e f f e k t i v v o r g e n o m m e n e n übereinstimmen. Damit ist auch gewährleistet, daß die über (**) e r m i t t e l t e Umschlagsperiode der Maschinen sinnvoll und gleich der t a t s ä c h l i c h e n ist. Selbstverständlich wird sie nicht konstant bleiben, wenn der Ausnutzungsgrad der Maschinen verbessert wird, sondern in dem Maß abnehmen, in welchem dieser zunimmt. - Diese methodischen Bemerkungen erscheinen bei einer so problematischen und schwer zu ermittelnden Größe wie der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen angebracht. Nunmehr ist es auch sinnvoll, den Umfang des Maschinenbestandes anzugeben. Nach (30) ergibt sich dieser unter Berücksichtigung $\varphi(t) = w^{-1}(t) = M(t).N^{-1}(t)$ und daher $z_o = \tau_o \dot{M}(o) + 1$ sowie (**) zu

$$(***) \quad q_o = \frac{\gamma_o(\dot{N}(o) - \dot{J}(o))}{\dot{M}(o)\dot{N}(o) - \ddot{M}(o)} ,$$

1) Vgl. die Ausführungen unter 332 100

2) Vgl. Seite 48 in Verbindung mit den Ausführungen unter 332 100

wobei - wiederum bei Expansion - wegen $\dot{N}(o) - \dot{J}(o) > o$ auch $\dot{M}(o)\dot{N}(o) > \dot{M}^{\cdot}(o)$ sein muß, da ein negativer Maschinenbestand zumindest für einen existierenden Industriezweig nicht definiert ist. Der ökonomische Sinn dieses Ausdrucks ist klar. Die Steigerung des Güterausstoßes ist umso größer, je größer der Bestand an Maschinen und umso größer bei sich verbesserndem Ausnutzungsgrad der Betrag der Änderungsbeschleunigung der Maschinenstückzahl ist. Anders ausgedrückt ist - ceteris paribus - bei einem hohen Maschinenbestand eine Steigerung des Nettoproduktes auch zu erreichen, wenn die Maschinenstückzahl von oben konvex zunimmt, während bei vergleichsweise niedrigem Bestand an Maschinen dieselbe Erweiterung der Ausbringung nur realisiert werden kann, wenn die Maschinenstückzahl über entsprechende Bruttoinvestitionen beschleunigt zunimmt.

Da der Zeitpunkt t = o frei wählbar ist, hat man in (***) den naturalökonomischen Umfang des in Maschinen gebundenen Kapitals eines Industriezweiges für alle Zeitpunkte eines beliebig langen, zumindest linksseitig abgeschlossenen Intervalls ermittelt, in welchem den Bedingungen der reinen Erweiterungsinvestition im Sinne dieser Untersuchung bei simultan variablem Ausnutzungsgrad der Maschinen und des kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes Genüge getan ist.

Ersetzt man in (**) formal $N(t)$ bzw. $\dot{N}(t)$ sowie $M(t)$ bzw. $\dot{M}(t)$ durch die relative Veränderung der Arbeiterzahl $A(t)$ bzw. die Geschwindigkeit derselben $\mathring{A}(t)$, so erhält man die mittlere Umschlagsperiode und hieraus auf analoge Weise wie eben $\mathfrak{t}z_o = \tau_o \mathring{A}(o)+1)$ den naturalökonomischen Umfang des Maschinenbestandes für das zuvor behandelte Modell der reinen Erweiterung bei konstantem Ausnutzungsgrad der Maschinen. Es ist dann

$$\tau_o = \frac{\dot{A}(o) - \dot{J}(o)}{\ddot{A}(o)\dot{J}(o) - \dddot{A}(o)}$$

woraus nach Umformung

$$\dot{J}(o) = \frac{\tau_o \ddot{A}(o) + \dot{A}(o)}{\tau_o \dot{A}(o) + 1}$$ bzw. unter Beachtung von (30) und dem bereits angegebenen z_o

$$q_o = \frac{y_o(\dot{A}(o) - \dot{J}(o))}{\dot{A}^2(o) - \ddot{A}(o)}$$ folgt.

Hieraus und in Verbindung insbesondere mit den Gleichungen (23) bis (32) ist zu ersehen, daß im Modell der reinen Erweiterung des Maschinenbestandes bei gleichzeitig konstantem Ausnutzungsgrad der Maschinen und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes die Umschlagsperiode τ und der Bestandsumfang q wenigstens im Innern des Beobachtungsintervalls nicht mehr in jedem Falle, d.h. nicht mehr für jeden Verlauf des Nettoproduktes $N(t) = A(t)$ ermittelt werden können. Allgemein läßt sich nämlich sagen, daß $\dot{A}(o) \gtreqless \dot{J}(o)$ ist, je nachdem $\dot{A}^2(o) \gtreqless \ddot{A}(o)$ vorliegt. Bei linearer Entwicklung des Nettoproduktes etwa ist $A(t) > J(t)$ für alle $t > o$ der Beobachtungszeitspanne und infolgedessen $\dot{A}(o) > \dot{J}(o)$ wie $\dot{A}(o)\dot{J}(o) > \ddot{A}(o)$ zumindest von rechts her, womit q_o und τ_o zu ermitteln sind. Verändert sich dagegen das Nettoprodukt gemäß $A(t) = e^{a_1 t}$, dann ist $\dot{A}(o) = \dot{J}(o)$ bzw. $\dot{A}^2(o) = \ddot{A}(o)$. In diesem Falle, aber auch nur in diesem sind q_o und τ_o auf die angegebene Weise nicht zu bestimmen. Diese beiden Größen müssen dann auf andere Art ermittelt werden bzw. muß man zu ihrer Berechnung dann ein anderes Beobachtungsintervall wählen. Es dürfte jedoch äußerst unwahrscheinlich sein, daß sich die Entwicklung des Nettoproduktes bzw. der Maschinenstückzahl in der Realität einmal über eine längere Zeitspanne

gemäß einer e-Funktion vollzieht.

Dieses Modell der reinen Erweiterung des Maschinenbestandes bei konstantem Ausnutzungsgrad der Maschinen ist dasjenige, bei welchem das Akzelerationsprinzip seine Wirksamkeit erlangt. Darauf sei an dieser Stelle der Untersuchung lediglich hingewiesen. Auf das Beschleunigungstheorem wird anschließend an die Erörterung der Verbesserung des Produktionsverfahrens unter 500 000 eingegangen. Im Hinblick auf diese Ausführungen und die sich aus diesen ergebenden Folgerungen sei jedoch unter Vorwegnahme der ausführlichen Darstellung der Zusammenhänge [1] kurz auf folgendes hingewiesen: Im realen Ablauf des Wirtschaftsgeschehens nehmen Nachfrage, Absatz und Nettoprodukt über längere Zeitspanne hinweg keineswegs monoton zu. Die Änderungsgeschwindigkeit des Nettoproduktes wird somit hin und wieder verschwinden können. Wählt man einen solchen Zeitpunkt, zu welchem das Nettoprodukt verschwindet, als Anfangspunkt der Beobachtung und passiert das Nettoprodukt denselben stetig, was aus Gründen der Vereinfachung zunächst unterstellt sei, dann ist $\dot{N}(-o) = \dot{N}(+o) = \dot{N}(o) = \dot{A}(o)$. Infolgedessen ist $z_o = 1$ und für jeden Zeitpunkt einer auf diese Stelle folgenden Expansionsphase wegen (32) $J(t) = \tilde{\tau}_o \dot{A}(t) + A(t) > A(t)$. Da im Modell der reinen Erweiterung des Produktionsverfahrens bei konstantem Ausnutzungsgrad der Güter des konstanten fixen Kapitals die Umschlagsperiode der Maschinen zeitinvariant sein muß, kann man über diesen Zusammenhang die Umschlagsperiode der Maschinen graphisch abschätzen, sofern wenigstens näherungsweise ein entsprechender Ablauf des Wirtschaftsprozesses gegeben ist. [2]

---

1) Vgl. 531 000

2) Vgl. Figur 5

Zu erwähnen bleibt noch, daß für das unter 320 000 an erster Stelle ausgeführte Modell, in welchem das Nettoprodukt bei konstantem Maschinenbestand allein durch eine Variation des Ausnutzungsgrades der Maschinen verändert werden kann, τ_o über (**) nicht zu ermitteln ist. In diesem Falle ist nämlich $J(t) = R(t) = N(t)$, die Umschlagsperiode also unbestimmt.

Mit diesen Überlegungen soll die formale Erörterung der Erweiterung des Produktionsverfahrens abgeschlossen sein. Die relativen zeitlichen Veränderungen der im Zusammenhang mit dieser Untersuchung interessierenden Grundgrößen und Strukturkoeffizienten sind in der folgenden Tabelle 1 übersichtlich dargestellt.

Tabelle 1

Die relative Entwicklung der Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs im Falle einer Erweiterung des Produktionsverfahrens

Grundgrößen und Strukturkoeffizienten	Variation des Ausnutzungsgrades bei konstantem Maschinenbestand	reine Erweiterung des Maschinenbestandes bei konstantem / variablen Ausnutzungsgrad	
	(1)	(2)	(3)
Nettoprodukt	$A(t)\Pi_A(t)$	$A(t)$	$A(t).\Pi_A(t)$
Ausnutzungsgrad	$A(t)\Pi_A(t)$	1	$A(t)\Pi_A(t)M^{-1}(t)$
Maschinenzuteilung	1	1	1
Maschinenbestand	1	$A(t)$	$M(t)$
Neu- (Erweiterungs-)Investitionen	1	$\dot{A}(t)$	$\dot{M}(t)$
Ersatzinvestitionen	$A(t)\Pi_A(t)$	$A(t)$	$A(t).\Pi_A(t)$
Mittlere Umschlagsperiode	$A^{-1}(t)\Pi_A^{-1}(t)$	1	$M(t)A^{-1}(t).\Pi_A^{-1}(t)$
bereinigter Kapitalkoeffizient	1	1	1
unbereinigter Kapitalkoeffizient	$A^{-1}(t)\Pi_A^{-1}(t)$	1	$M(t)A^{-1}(t).\Pi_A^{-1}(t)$
Kapitalintensität Arbeiter	$\frac{1}{A(t)}$	$\frac{1}{A(t)}$	$\frac{1}{A(t)}$

Im Falle der Erweiterung des Produktionsverfahrens über eine g l e i c h m ä ß i g e Vergrößerung der Anzahl der Maschinen oder über eine Verbesserung ihres Ausnutzungsgrades oder über eine Kombination dieser beiden Möglichkeiten bleiben also der bereinigte Kapitalkoeffizient und die Kapitalintensität identisch konstant. Ebenfalls zeitinvariant ist die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte. Der Maschinenverschleiß und mit ihm - bei der Betrachtung wird die noch zu rechtfertigende Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Verschleißes angelegt - die Ersatzinvestitionen entwickeln sich in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt, dessen relative zeitliche Veränderung derjenigen des mengenmäßigen Güterausstoßes entspricht. Der unbereinigte Kapitalkoeffizient und die mittlere Umschlagsperiode sind vom Ausnutzungsgrad der Maschinen abhängig.

Zum Schluß sei noch gezeigt, welchen Umfang der vom Zeitpunkt $t = o$ an durch reine Erweiterungsinvestitionen neu hinzukommende Teil des Maschinenbestandes im Zeitablauf annimmt. Da der an der Stelle $t = o$ bereits vorhandene Maschinenpark den Umfang q_o hat, entwickelt sich der neugeschaffene Teil gemäß dem Ausdruck:

$$(38) \quad q_t^* = q_o M(t) - q_o = q_o(M(t)-1).$$

330 000 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens eines Industriezweiges

331 000 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens bei zeitinvariantem Maschinenbestand

Bei der nunmehr zu behandelnden Modellgruppe wird zunächst vorausgesetzt, daß sich das angewendete Produktionsverfahren im Zeitablauf verändern, d.h. verbessern, daß aber der Maschinenbestand stückzahlmäßig weder zunehmen noch schrumpfen soll. Es gilt daher bis auf weiteres für die ganze Dauer der Beobachtungsperiode $M(t) \equiv 1$.

Unter einer Variation der Produktionsweise wird - wie schon mehrfach angedeutet - verstanden, daß sich die einzelnen in den Prozeß der Gütererzeugung eingehenden und in seinem Ablauf verbrauchten Größen qualitativ verbessern. Eine Verbesserung des Verfahrens liegt im Grenzfall also auch dann vor, wenn sich die Qualität einer einzigen Input-Größe wandelt. Dabei braucht nicht angenommen zu werden, daß im Intervall $t = o$, also bis zu dem Zeitpunkt, von dem an Qualitätsverbesserungen irgendwelcher Art zugelassen sind, das Produktionsverfahren im Hinblick auf das bis dahin gültige Qualitätsniveau und das bis dahin realisierte Fertigungsprogramm optimal, d.h. mit dem größtmöglichen naturalökonomischen Nutzen betrieben wird.

Als die wesentlichsten den Prozeß der Gütererzeugung ermöglichenden und in ihn einmündenden Leistungsströme werden im folgenden berücksichtigt: die unmittelbar aufgewendete menschliche Arbeit, der Rohstoffeinsatz, der Aufwand an Baulichkeiten (soweit sie zur Produktion erforderlich sind), der Verschleiß an Maschinen sowie der Verbrauch an Antriebs- und sonstiger in der Gütererzeugung benötigter Energie. Es soll angenommen wer-

den, daß die Summe aller dieser Größen von der Dimension einer Leistung [Menge . Zeit $^{-1}$] bzw. T e i l m e n g e n [1)] aus ihnen das produktionsbezogene Bruttoprodukt im naturalökonomischen Sinne des zu untersuchenden Industriezweiges bildet. Dieses Bündel von Aufwandsströmen, dessen Elemente, wenn die Fähigkeit, Güter zu erzeugen, im bisherigen Umfang erhalten bleiben soll, wieder ersetzt werden müssen, soll - was die Qualität seiner Bestandteile anbelangt - modellhaft sukzessiv modifiziert werden. Auf diese Weise sollte es möglich sein, die Frage zu beantworten, wie die so sich aus der jeweiligen qualitativen Veränderung einer einzelnen Input-Größe ergebenden Variationen sich auf die übrigen Grundgrößen des Produktionskreislaufes sowie auf die Kapitalkoeffizienten und andere, teilweise noch einzuführenden Strukturkoeffizienten auswirken.

Während in den Modellen der reinen Erweiterung des Produktionsprozesses durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Güter des konstanten fixen Kapitals oder durch reine Erweiterungsinvestitionen an Maschinen oder schließlich denen, die durch Kombination dieser beiden Möglichkeiten entstehen, unter den hier gesetzten Bedingungen alle in den Prozeß der Gütererzeugung einmündenden Leistungsströme im selben Tempo zunehmen müssen, ist ein solches gleichmäßiges Wachstum aller in die Produktion eingehenden Elemente nicht mehr allgemein voraussetzbar, wenn das Produktionsverfahren verändert, d.h. die Qualität auch nur einer einzigen Input-Größe verbessert wird. Insbesondere brauchen dann Brutto- und Nettoprodukt - beide auf den eigentlichen Produktionskreislauf bezogen - nicht mehr im "Gleichschritt" vergrößert zu werden, wenn die Gütererzeugung erweitert wird. Dieser Umstand macht es erforderlich, Bruttoprodukt und Nettoprodukt jeweils für sich formal zu erfassen.

---

1) Vgl. S. 49,50

331 100 Die formale Entwicklung von Bruttoprodukt und Nettoprodukt

"Die 'Wertschöpfung'" oder das Nettoprodukt "der zu einem Industriezweig zusammengefaßten Unternehmungen im volkswirtschaftlichen Sinne stellt die eigene Leistung und damit u.a. auch den Beitrag zum Sozialprodukt dar."[1] Das Nettoprodukt eines Industriezweiges als dessen Beitrag zum gesamten Inlandsprodukt einer Volkswirtschaft ist also die Leistung, die dieser Industriezweig für andere Wirtschaftsbereiche (oder auch für sich selbst) erstellt bzw. den anderen Bereichen darbringt. Die Wertschöpfung einer bestimmten Industrie steht daher mit der Art und dem Ausmaß der Inanspruchnahme von Leistungen anderer Bereiche, die zu ihrer Hervorbringung erforderlich sind, seien sie in der Periode, in welcher das gerade betrachtete Nettoprodukt entsteht, oder in einer früheren erzeugt oder dargeboten, in keinem unmittelbaren Zusammenhang. Sie ist allein die eigene Leistung des in Frage stehenden Industriezweiges im Sinne der Umwandlung der von anderen Sektoren zur Verfügung gestellten Sachgüter mit Hilfe des hierzu notwendigen Arbeitsaufwandes zu Produkten des gerade betrachteten Industriezweiges. Steigt bei einer Erweiterung der Gütererzeugung der Sachgüteraufwand und mit diesem das Bruttoprodukt stärker oder weniger stark als die "eigene Leistung" eines industriellen Bereichs, so wird davon also der Umfang seiner Wertschöpfung bzw. die Zunahme seines Nettoproduktes nicht berührt. Im Hinblick auf die Folgerungen, die im folgenden hieraus gezogen werden, soll dieser Zusammenhang ausdrücklich hervorgehoben werden.

---

1) St.B.A., Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 7, Brutto- u. Nettoproduktionswerte der Industrie im Jahr 1950, S. 4

Infolge der ökonomischen Äquivalenz von Ertrag und Aufwand, die auch als "Kreislaufaxiom" bezeichnet wird,[1] lassen sich die wirtschaftlichen Größen von der Dimension einer Leistung und damit auch Nettoprodukt wie Bruttoprodukt auf zweifache Weise betrachten. Da es hier vor allem auf die E n t w i c k l u n g der Grundgrößen ankommt, soll der Betrachtungsdualismus lediglich auf die Wachstumsfunktionen, nicht aber auf die Anfangsbreiten der Ströme zu Beginn der Beobachtungsperiode angewandt werden.

Das Nettoprodukt entwickelt sich vom Ergebnis des Produktionsprozesses her gesehen wie die in den entsprechenden physikalischen Maßeinheiten gemessene Menge an erzeugten Fertigprodukten, zu der noch die positiven Veränderungen der in den Zwischenlagern der Produktion sich befindenden Güterbestände und die sog. "angefangenen Arbeiten" jeweils nach Maßgabe ihrer Produktions- bzw. Marktreife hinzuzurechnen sind. Verbessert sich zusätzlich zum Wachstum der Produktionsmenge auch die noch zu definierende n e t t o p r o d u k t w i r k s a m e Qualität der erzeugten Güter, so ist die auf die angegebene Weise zu bestimmende Vergrößerung der Gütermenge um diese Qualitätsveränderung - ein absolutes Maß für die Qualität der Güter gibt es ja nicht - zu korrigieren. Die sich aus dem Produkt dieser Qualitäts- und der Mengenveränderung ergebende Vergrößerung des Volumens an erzeugten Gütern ist dann ein Maß für die relative zeitliche Entwicklung des Nettoproduktes oder der Wertschöpfung des Produktionsprozesses, um den allein es in diesem Zusammenhang geht. Wird der Index der Gütermenge mit $\mathcal{M}(t)$ und derjenige der hier gemeinten Qualität der erstellten Produkte mit $\nu(t)$ bezeichnet, dann läßt sich das Nettoprodukt schreiben

1) Peter, H., Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufs, Göttingen 1954, S. 16

(39) $n_t = n_o N(t) = n_o \nu(t) \cdot \mathcal{N}(t)$, [1]

wo n_o der Betrag des Nettoproduktes im naturalökonomischen Sinne im Ausgangszeitpunkt der Betrachtung ist.

$\mathcal{N}(t)$ kann als Index des in physikalischen Maßeinheiten zu messenden "Mengengerüstes" und $\nu(t)$ als Index des Qualitätsgerüstes des Nettoproduktes aufgefaßt werden.

Von ihrer Entstehung aus betrachtet, läßt sich die Entwicklung des Nettoproduktes des Produktionsprozesses erfassen als die Veränderung des den im Verfahren verbrauchten Sachgütern hinzugefügten Volumens an lebendiger menschlicher Arbeit. Das ökonomische Äquivalent der produktionsbezogenen Wertschöpfung im naturalökonomischen Sinne ist also nicht das Volumen der in den Prozeß der Gütererzeugung eingehenden lebendigen menschlichen Arbeit schlechthin, sondern nur der Teil desselben, der bei der eigentlichen Umwandlung der dem konstanten fixen und dem konstanten zirkulierenden Kapitel entnommenen Leistungen eingesetzt wird. Die Teilmenge

---

1) Das Statistische Bundesamt schreibt den Nettoproduktionswert (zu konstanten Preisen) der Textilindustrie, die als Demonstrationsbeispiel gewählt ist, mit der relativen zeitlichen Veränderung der in den Spinnereien erzeugten, in Tonnen gemessenen garnmenge und dem ebenfalls in Tonnen gemessenen Garn- und Fädenverbrauch der Webereien fort.

Vgl. Statistisches Bundesamt, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 8, Neuberechnung des Index der industriellen Nettoproduktion, Stuttgart 1956, S. 9 ff. sowie S. 91 und S. 92. - In der hier vorgelegten Untersuchung wird neben der Entwicklung der erzeugten (physikalischen) Gütermenge $\mathcal{N}(t)$ noch diejenige der (nettoproduktswirksamen) Qualität der erstellten Güter $\nu(t)$ berücksichtigt.

(im Sinne der Mengenlehre) der lebendigen menschlichen Arbeit, durch deren Einsatz das Ausmaß des Sachgüterverbrauchs bestimmt oder modifiziert wird, ist somit im Wertschöpfungsvolumen nicht enthalten.[1] Diese Unterscheidung zweier Teilmengen der im Produktionsprozeß eingesetzten lebendigen menschlichen Arbeit be-

1) Diese für einen einzelnen Industriezweig vertretene Auffassung widerspricht der herkömmlichen am realen Bruttoprodukt einer Volkswirtschaft orientierten nur scheinbar. Wird nämlich eine im Zeitablauf zunehmende Teilmenge des Arbeitsvolumens eines bestimmten Industriezweigs darauf verwendet, um gegenüber der Entwicklung seiner von ihm den nachgelagerten Bereichen dargebotenen "eigenen Leistung" Einsparungen an gewissermaßen durch den Produktionsprozeß "durchlaufenden" Sachgütern zu erzielen, dann wird dieser Industriezweig relativ zu der Zunahme seiner Wertschöpfung ein im Zeitablauf immer geringer werdendes Sachgütervolumen der ihm vorgelagerten Sektoren in Anspruch nehmen. Dann wird - bei steigender Qualität der Arbeit - die Wertschöpfung des betrachteten Industriezweiges nicht beeinträchtigt, selbst dann nicht, wenn die von ihm eingesetzte, in Arbeitsstunden gemessene Arbeitsmenge unverändert bleibt. Steigt die Qualität der Arbeit auch in den vorgelagerten Stufen - und das wird man im allgemeinen annehmen dürfen, wobei über das Tempo dieses Wachstums, das im einzelnen verschieden groß sein kann, keine einschränkenden Bedingungen gesetzt zu werden brauchen -, dann sind diese wenigstens teilweise in der Lage, Arbeitskräfte an dritte Bereiche abzugeben. Die Wertschöpfung dieser dritten Bereiche wird dann entsprechend der wachsenden Teilmenge ihres bei der Erstellung ihrer Güter aufgewendeten Arbeitsvolumens vermehrt. Damit steigt das Bruttosozialprodukt der beobachteten Volkswirtschaft selbst dann, wenn die Wertschöpfung des diesen Effekt auslösenden Industriezweiges nicht zunimmt, da das Bruttoinlandsprodukt als die Summe der "eigenen Leistung" der Einzelbereiche definiert ist. Die Teilmenge des Arbeitsvolumens, die in die Wertschöpfung des ursprünglich betrachteten Industriezweiges nicht eingeht, beeinflußt daher indirekt das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes der beobachteten als geschlossen angesehenen Volkswirtschaft. - Werden die Sachgüter des zu untersuchenden Industriezweiges teilweise aus dem Ausland bezogen, so tritt dort diese Wirkung ein. - D.h. aber auch, daß innerhalb einer geschlossenen Volkswirtschaft bei relativ rückläufigem Verbrauch von Produktions-

züglich ihres Einflusses auf das Nettoprodukt, also nach ihren unterschiedlichen Wirkungen auf Wertschöpfung oder Sachgüteraufwand, wird im weiteren Verlauf der Analyse zu wichtigen Folgerungen führen. - Ist $\bar{\partial}(t)$ die relative zeitliche Veränderung des den Sachgütern hinzugefügten naturalökonomischen Volumens an lebendiger menschlicher Arbeit, die wie diejenige des naturalökonomischen Nettoproduktes gedanklich als Produkt des Index einer (physikalischen Mengengröße und des Index eines Qualitätsfaktors aufgefaßt werden kann, und ist l_o der naturalökonomische Umfang der im Produktionsbereich eingesetzten abhängigen Arbeitsleistung im Ausgangspunkt der Betrachtung und g_o der Umfang der zu eben diesem Zeitpunkt aufgewendeten produktionsbezogenen Unternehmerleistung, [1] dann entwickelt sich das reale Nettoprodukt auch gemäß der Funktion

---

Fortsetzung der Fußnote 1) von Seite 50:

mitteln das Nettoprodukt schneller als das Bruttoprodukt zunehmen muß, und damit ist der oben zum Ausgang genommene scheinbare Widerspruch zwischen volkswirtschaftlicher und sektoraler Auffassung aufgelöst.- Das Problem der Leistungserfassung stellt sich demnach jeweils anders, je nachdem man es mit einer Volkswirtschaft insgesamt oder mit einem ihrer Teilbereiche zu tun hat. - Daraus folgt aber für einen einzelnen Industriezweig, daß in dessen Bruttoproduktsentwicklung notwendig nicht alle eingesetzten Leistungsströme in ihrer ganzen Breite einzugehen brauchen, wenn man das Bruttoprodukt als Summe von Wertschöpfung und Verzehr an sachlichen Aufwendungen auffaßt, weil auf seine Nettoproduktsentwicklung u.U. nur eine Teilmenge des eingesetzten Arbeitsvolumens einwirkt.

2) Vgl. S. 64

(40) $n_t = (l_o + g_o)\bar{a}(t)$.

Aus (39) und (40) folgt:

(41) $n_o = l_o + g_o$ [1] und $N(t) = v(t)\,\varkappa(t) = \bar{a}(t)$.

Damit ist auch das produktionsbezogene Bruttoprodukt im naturalökonomischen Sinne formal zu erfassen. Als über den Input ermittelte Größe aufgefaßt ist es gleich der Summe der folgenden in den Prozeß der Gütererzeugung einmündenden Aufwandsströme:

(42) $b_t = b_o B(t) = (l_o + g_o)\bar{a}(t) + c_o C(t)$,

wo $c_t = c_o C(t)$ die Summe der im Prozeß verbrauchten und daher wieder zu ersetzenden Teile des konstanten fixen und des konstanten zirkulierenden Kapitals ist, die sich - wie vereinfachend auf S.45 vereinbart - aus folgenden Summanden zusammensetzen soll:

physischer und moralischer Maschinenverschleiß	$r_t = r_o R(t)$,
Aufwand an zur Produktion erforderlichen Baulichkeiten:	$d_t = d_o D(t)$,
Energieverbrauch:	$e_t = e_o E(t)$,
Rohstoffeinsatz:	$f_t = f_o F(t)$.

1) Es ist an dieser Stelle nochmals darauf aufmerksam zu machen, daß eine absolute Messung des Qualitätsniveaus im allgemeinen nicht möglich ist. Aus diesem Grunde müssen l_o und g_o über sozialökonomische Größen gemessen werden. Werden etwa l_o über die Lohn- und Gehaltssumme und g_o über die Gewinnsumme im Ausgangszeitpunkt der Betrachtung gewonnen, dann stehen ihre Beträge für die Gesamtmengen der im Produktionsprozeß zum Zeitpunkt des Beginns der Beobachtung verbrauchten jeweiligen Arbeit und nicht für die Teilmengen, die den Sachgütern hinzugefügt werden. Dies hat zur Folge, daß der Index des Nettoprodukts im naturalökonomischen Sinne N(t) dem Kriterium der Unabhängigkeit vom gewählten Basiszeitpunkt im allgemeinen nicht genügt.- Vgl. Bortkiewicz.L.v., Der gegenwärtige Stand des Problems der Geldwertmessung, in:

Die in der Wertschöpfung nicht enthaltene Teilmenge der lebendigen menschlichen Arbeit, von deren qualitativer Veränderung der Sachgüterverbrauch abhängt, bestimmt damit über die Entwicklung von C(t) indirekt das Wachstum des produktionsbezogenen Bruttoprodukts.

Als Größe des Güter-Output ist das Bruttoprodukt gleich der Summe aus Wertschöpfung und dem in der erzeugten Gütermenge enthaltenen Volumen an Sachgütern:

$$(43)\quad b_t = b_0 B(t) = n_0 \gamma(t) \cdot \mathcal{H}(t) + c_0 C(t) = n_0 N(t) + c_0 C(t).$$

Das Bruttoprodukt wächst demnach schneller, gleich schnell oder langsamer als das Nettoprodukt, je nachdem der zur Leistungserstellung notwendige Sachgüteraufwand schneller, gleich schnell oder langsamer als die Wertschöpfung zunimmt. Dabei ist die Entwicklung des Aufwands an Elementen des Konstanten Kapitals außer von derjenigen des Aufwands an der in der Wertschöpfung nicht enthaltenen Teilmenge an lebendiger Arbeit im allgemeinen auch von der Qualitätsveränderung der einzelnen in das Erzeugnis eingehenden Sachgüter abhängig. Bildet man den Quotienten aus Sachgüteraufwand und Nettoprodukt, den von Hans Peter [1] als organische Zusammensetzung der Kosten bezeichneten Strukturkoeffizienten

---

Fortsetzung der Fußnote 1) von Seite 52:

Handwörterbuch der Staatswissenschaften, vierte Aufl., IV.Bd., Jena 1927, S. 743 ff. - Dieser Umstand ist jedoch insofern unerheblich, als aus statistischen Gründen die Größe q_0 nur innerhalb einer vergleichsweise begrenzten Zeitspanne ermittelt werden kann.

1) Peter, H., Grundprobleme der theoretischen Nationalökonomie II, Der Gesamtprozeß in der Entwicklung, Stuttgart 1934, S. 49

$$(44)\quad \gamma_t = \gamma_o \overline{I}(t) = \frac{c_o C(t)}{n_o N(t)} ,$$

so kann man auch sagen, daß das Bruttoprodukt sich dann weniger schnell als das Nettoprodukt entwickelt, wenn die organische Zusammensetzung im Zeitablauf abnimmt.

Nachdem - gewissermaßen zur Einleitung - Brutto- und Nettoprodukt formal erfaßt sind, können die angestrebten sukzessiven qualitativen Veränderungen der das Aufwandsbündel des Produktionsprozesses bildenden Größen vorgenommen werden, um auf diese Weise eine Vorstellung von den durch diese Veränderungen induzierten Wirkungen auf den Produktionskreislauf zu erhalten. Da ein Produktionsverfahren verbessert werden kann, ohne daß der Maschinenbestand selbst in irgendeiner Weise einer Wandlung unterworfen wird, soll zunächst von einer qualitativen Veränderung der stückzahlmäßig ohnehin festgehaltenen Maschinen abgesehen werden. - Damit ist aber nicht gesagt, daß aus dieser einschränkenden Bedingung in jedem Falle auch eine Zeitinvarianz der Maschinenergiebigkeit $\psi(t)$ folgt.

Zu Beginn dieses Abschnitts der Untersuchung soll vorausgesetzt werden, daß sich die Verbesserung der Qualität lediglich auf die im Prozeß der Gütererzeugung eingesetzte lebendige menschliche Arbeit erstreckt. Alle übrigen in den Prozeß eingehenden Größen sollen sich zunächst qualitativ nicht verändern.

331 200 Die Verbesserung des Produktionsverfahrens durch qualitative Verbesserung des Produktionsfaktors Arbeit

331 210 Die formale Messung von Verbesserungen der Arbeitsqualität

Ändert sich die Qualität der lebendigen, in den Prozeß der Gütererzeugung eingehenden Arbeit, so tritt wie bei jeder Qualitätswandlung ein ökonomisch-metrisches Problem in den Vordergrund. Es erhebt sich die Frage, wie sich qualitative Verbesserungen des Faktors Arbeit auf den Maßstab auswirken, mit welchem das in dem Produktionsprozeß eingesetzte (naturalökonomische) Arbeitsvolumen bislang gemessen wurde. In den bisher betrachteten Modellen einer Erweiterung der Gütererzeugung war dies die Anzahl der geleisteten Arbeitsstunden bzw. das Nettoprodukt, wobei stillschweigend vorausgesetzt wurde, daß dieser Maßstab auf jegliche Art von Arbeit sinnvoll anzuwenden wäre. Nunmehr ist zu prüfen, ob die geleistete Arbeitszeit als ökonomischer Maßstab der Arbeitsleistung im naturalökonomischen Sinne wenigstens für bestimmte Arten von Arbeit beibehalten werden kann, oder ob sich hierin grundsätzlich etwas ändert, wenn Qualitätswandlungen dieses Produktionsfaktors zugelassen sind und auch eintreten. Im Verlaufe der hierzu anzustellenden Überlegungen wird es auch möglich sein zu entscheiden, ob die stillschweigende Voraussetzung über die Arbeitszeit als Maßstab für alle Arten von Arbeit in den bereits behandelten Modellen einer Erweiterung der Gütererzeugung zu Recht gesetzt werden durfte.

Innerhalb der in den Produktionsprozeß eingehenden menschlichen Arbeit müssen in Wirtschaftsordnungen, in denen eine ungleiche Verteilung von Privateigentum an Boden

und produzierten Produktionsmitteln auf die Wirtschaftssubjekte gegeben ist, funktionell mindestens zwei Arten, die Arbeit der selbständig Beschäftigten (Unternehmer) und diejenige der unselbständig oder abhängig Beschäftigten (Arbeiter und Angestellte) unterschieden werden. Während mit großer Sicherheit damit gerechnet werden kann, daß auch bei qualitativen Veränderungen der Arbeit die geleistete Arbeitszeit im physikalischen Sinne eine zulässige B a s i sgröße zur Messung der ökonomischen Arbeitsleistung der Unselbständigen bleibt, ist es fraglich, ob in diesem Falle die an der Zeit gemessene Arbeitsmenge der abhängig Beschäftigten, ja die Zeit schlechthin eine ökonomisch sinnvolle Bezugsgröße für die Arbeitsleistung der Selbständigen sein kann. Um eine ökonomisch angemessene Bezugsgröße für die Arbeitsleistung der Unternehmer im P r o d u k t i o n s p r o z e ß - im Prozeß der Gütererstellung im e.S. [1)] - finden zu können, muß die Frage beantwortet werden, worin diese Leistung besteht.

Bevor auf dieses Problem eingegangen wird, erscheint es jedoch zweckmäßig, die Qualitätsveränderung der unselbständigen Arbeit und über diese den naturalökonomischen Umfang der Arbeitsleistung dieser Beschäftigtengruppe formal zu erfassen.

331 211 Die Qualitätsfaktoren der abhängigen Arbeit

Die ökonomische Arbeitsleistung der abhängig Beschäftigten besteht darin, daß diese ihre Arbeit bestimmter Qualifikation und Intensität den selbständig Beschäftigten innerhalb abgegrenzter Wirtschaftsperioden

---

1) Vgl. S. 83

eine bestimmte (physikalische) Zeitspanne für die von den Unternehmern verfolgten wirtschaftlichen Zwecke zur Verfügung stellen. Je größer diese in Stunden zu messende Zeitspanne ist, umso größer ist bei gleichbleibender Qualifikation und Intensität, also Qualität der Arbeit, und bei gleichbleibender Anzahl der Arbeiter und Angestellten die ökonomische Leistung der Unselbständigen. Diese wächst folglich dann im selben Maße, in welchem die durchschnittliche Arbeitszeit der abhängig Beschäftigten zunimmt. Wird zusätzlich die Anzahl der Unselbständigen vergrößert, bleibt jedoch die Qualität ihrer Arbeit und damit auch die strukturelle Zusammensetzung der arbeitsvertragsgebundenen Arbeitskräfte unverändert, dann entwickelt sich deren ökonomische Arbeitsleistung wie das Produkt aus dem Index ihrer Anzahl und dem Index der durchschnittlich je abhängig Beschäftigtem geleisteten Arbeitszeit, also wie die aufgewendete physikalische Arbeitsmenge $H_A(t)$. Verbessert sich darüber hinaus noch die Qualität der in Frage stehenden Arbeitsart, dann wächst die ökonomische Arbeitsleistung der Abhängigen schneller als die von ihnen aufgebrachte (physikalische) Arbeitsmenge, da die Arbeitsstunde der unselbständig Beschäftigten naturalökonomisch "wertvoller" wird. Innerhalb der ökonomischen Leistung dieser Kategorie von Beschäftigten sind somit zunächst einmal zwei Momente zu unterscheiden: die geleistete Arbeitszeit der Gesamtzahl abhängig Beschäftigter im physikalischen Sinne (Arbeitsmenge) und die Qualität, mit der die physikalische Arbeitsmengeneinheit im Durchschnitt ausgestattet ist, wenn Qualifikation und Intensität der Arbeit unter dem Oberbegriff der Arbeitsqualität zusammengefaßt werden. Diese beiden Momente stehen notwendig in einem multiplikativen Zusammenhang. Der Sachverhalt kann formal durch den Ausdruck

$$(45)\quad \mathcal{G}_A(t) = \mathcal{K}_A(t) \cdot H_A(t)$$

erfaßt werden, worin $\gamma_A(t)$ die relative zeitliche Veränderung der ökonomischen Arbeitsleistung der abhängig Beschäftigten, $H_A(t)$ die in Stunden gemessene Veränderung der (physikalischen) Arbeitsmenge und $\gamma_{p_A}(t)$ der Qualitätsindex der von dieser Gruppe von Erwerbstätigen geleisteten Durchschnittsarbeit gemessen an der Arbeitsstunde ist.

Dabei ist allerdings die Größe $\gamma_{p_A}(t)$ noch nicht definiert. Diesem Mangel wird im folgenden dadurch Rechnung getragen werden, daß über die Arbeitsqualität der Unselbständigen spezielle Annahmen gemacht werden. Das genügt an dieser Stelle der Untersuchung vollauf, da es im Augenblick in erster Linie darauf ankommt, die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Faktors auf die übrigen Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs in denGriff zu bekommen. - Geht man davon aus, daß sich die Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit aus den Veränderungen ihrer Qualifikation und ihrer Intensität zusammensetzt, dann stehen der Definition der Relation $\gamma_{p_A}(t)$ keine unüberwindbare Schwierigkeiten entgegen. Man kann nämlich die Veränderung der Qualifikation der abhängig Beschäftigten als Funktion der Entwicklung des allgemeinen Bildungsniveaus, ihres Altersaufbaus bzw. dessen Änderung und dem Fortschritt in den Bemühungen zur fachlichen Aus- und Weiterbildung der Arbeitskräfte sowie der Veränderung in der (überwiegend technisch festgelegten) durch den Bildungsgrad bedingten strukturellen Zusammensetzung der abhängig Beschäftigten betrachten. Diese Bestimmungsgrößen der durchschnittlichen Qualifikation bzw. ihrer Veränderung lassen sich mit dem durch branchenspezielle Befragungen ergänzten verfügbaren statistischen Material erfassen und auch messen. Dasselbe gilt für die Veränderung der Intensität dieser Art von Arbeit, die im wesentlichen von der Entwicklung der

ethischen Grundeinstellung zur Arbeit und von derjenigen der physischen Leistungsfähigkeit der Beschäftigten abhängt.

Die Ursachen qualitativer Verbesserungen der unselbständigen Arbeit interessieren momentan nicht. Auf sie wäre - wie gesagt - bei der Definition der Relation $\dot{\varphi}_A(t)$ zurückzugreifen. Im Hinblick auf den hier zu lösenden Fragenkomplex sind zunächst allein die Wirkungen, die von einer qualitativen Veränderung des Faktors abhängige Arbeit ausgehen, von Bedeutung. Diese können grundsätzlich zweifacher Art sein. Einmal ist es denkbar, daß sich die höhere Qualität der unselbständigen Arbeit dahingehend auswirkt, daß ceteris paribus - und d.h. unter den geltenden Bedingungen vor allem bei gleichbleibender Arbeitsmenge, also gleichbleibender insgesamt gleisteter Arbeitszeit im physikalische Sinne - mehr oder in gewisser Weise bessere (und damit ökonomisch wiederum mehr) Güter erzeugt werden können. Dieser Sachverhalt soll als **wertesch affen**de Wirkung einer qualitativen Verbesserung des Faktors unselbständige Arbeit bezeichnet und durch das Symbol $\sigma_A(t)$ formal gekennzeichnet werden, wenn diese Wirkung allein auf die abhängige Arbeit zurückgeführt werden kann. Verändert sich außerdem die Arbeitsmenge $[\dot{H}_A(t) \neq o$ für alle t bzw. $H_A(t) \neq 1$ für alle $t \neq o]$, dann läßt sich die relative zeitliche Veränderung des wertesch affenden Teils der Arbeitsleistung dieser Gruppe von Erwerbstätigen schreiben:

$$(46)\quad \bar{\varphi}_A(t) = \sigma_A(t) \cdot H_A(t),$$

wobei über $\sigma_A(t)$ in Übereinstimmung mit der bereits getroffenen Vereinbarung über $\dot{\varphi}_A(t)$ spezielle Annahmen

gemacht werden sollen.[1)]

Zum anderen ist es - ceteris paribus - also auch bei unveränderter originärer Qualität der Unternehmerleistung - ebenso denkbar, daß eine Veränderung der Qualität der abhängigen Arbeit sich auf die Einsatzmenge der Sachgüter auswirkt. D.h. bei steigender Arbeitsqualität der unselbständig im Produktionsprozeß Erwerbstätigen ist es möglich, daß bei gleichbleibender Arbeitsmenge und unveränderlicher Qualität und Menge der ausgebrachten Erzeugnisse weniger Sachgüter verbraucht werden als zuvor. Anders ausgedrückt kann also unter der Wirkung einer qualitativen Verbesserung des Faktors abhängige Arbeit der Aufwand an in den produzierten Produktionsmitteln verkörperter, vorgetaner menschlicher Arbeit relativ zur eingesetzten lebendigen unselbständigen (physikalischen) Arbeitsmenge $H_A(t)$ zurückgehen. Ein solcher Vorgang wirkt sich, wie nach Berücksichtigung des bereits Gesagten sofort verständlich ist, auf die Darbietung der eigenen Leistung des betrachteten Industriezweiges, also auf dessen Nettoprodukt, in keiner Weise aus. Er soll daher als **wertesparende** Wirkung einer qualitativen Verbesserung der abhängigen Arbeit verstanden und mit dem Symbol $\mathcal{E}_A(t)$ gekennzeichnet werden. Unter den gegebenen einfachen Bedingungen ist $\mathcal{E}_A(t)$ damit ein Quotient, in dessen Zähler die relative zeitliche Veränderung der (physikalischen) Arbeitsmenge $H_A(t)$, also auch des Nettoproduktes und in dessen Nenner diejenige der in den Prozeß eingehenden sachlichen Prdouktionsmittel zu stehen hat.

---

1) In diesem und **nur** in diesem speziellen Falle ist die Verbesserung der Arbeitsqualität der abhängig Beschäftigten durch den aus den relativen zeitlichen Veränderungen des Nettoproduktes und der geleisteten Arbeitsstunden gebildeten Quotienten, also durch den Index des Produktionsergebnisses je geleistete Arbeitsstunde zu messen.

Sind $\varkappa_{A,R}(t) = \frac{H_A(t)}{R(t)}$, $\varkappa_{A,D}(t) = \frac{H_A(t)}{D(t)}$, $\varkappa_{A,E}(t) = \frac{H_A(t)}{E(t)}$ und $\varkappa_{A,F}(t) = \frac{H_A(t)}{F(t)}$ die entsprechenden Einzelwirkungen[1] auf den Maschinenverschleiß, den Gebäudeaufwand, den Energieverbrauch und den Rohstoffeinsatz, dann ist die wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit insgesamt

$$(47)\quad \varkappa_A(t) = \frac{H_A(t)}{C(t)} = \frac{c_o H_A(t)}{r_o R(t) + d_o D(t) + e_o E(t) + f_o F(t)} =$$

$$= \frac{c_o \varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F}}{r_o \varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_o \varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_o \varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_o \varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}}$$

wobei auch über $\varkappa_{A,R}(t)$, $\varkappa_{A,D}(t)$, $\varkappa_{A,E}(t)$ und $\varkappa_{A,F}(t)$ spezielle Annahmen gemacht werden sollen.

Selbstverständlich können beide Wirkungen einer qualitativen Verbesserung der abhängigen Arbeit, die werteschaffende und die wertesparende, gleichzeitig eintreten. Damit stellt sich die Frage nach dem Funktionalzusammenhang zwischen $\sigma_A(t)$ und $\varkappa_A(t)$, die beide zusammen die Qualitätsveränderung der im Produktionsprozeß eingesetzten abhängigen Arbeit $\hat{p}_A(t)$ ausmachen. Wird etwa - unter den gegebenen Bedingungen - durch eine

---

1) Diese Relationen zwischen der Arbeitsmenge einerseits und den Aufwendungen an Sachgütern andererseits gelten nicht allgemein, sondern nur innerhalb der Modellgruppe, in welcher alle Produktionsfaktoren - mit Ausnahme der abhängigen Arbeit - und die Fertigerzeugnisse als qualitativ zeitinvariant angesehen werden.

qualitative Verbesserung der unselbständigen Arbeit gegenüber der Arbeitsmenge oder auch gegenüber dem Güterausstoß keine Ersparnis an den zur Produktion erforderlichen Sachgütern induziert, wohl aber eine laufende Vermehrung der ausgebrachten Gütermenge ermöglicht, so muß die Relation $\mathcal{X}_A(t)$ über die ganze Dauer der Beobachtungsperiode identisch konstant, also identisch eins bleiben, während die Funktion $\sigma_A(t)$ monotan wächst. Da die Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit sich in diesem Falle ausschließlich durch ihre werteschaffende Wirkung kundtut, ist es zweckmäßig, den Funktionalzusammenhang zwischen ihren beiden Wirkungen multiplikativ zu definieren. Würde der Zusammenhang zwischen diesen beiden Wirkungen etwa additiv gefaßt werden - und hier könnte wegen der Festsetzung, nach der die Beziehungen $\tilde{\mathcal{X}}_A(t)$, $\sigma_A(t)$ und $\mathcal{X}_A(t)$ an der Stelle t = o jeweils den Betrag + 1 annehmen z.B. ein ungewogenes oder ein irgendwie gewogenes arithmetisches Mittel in Betracht kommen -, so würde die Qualität der abhängigen Arbeit weniger stark zunehmen als die Wirkung, die sie zeitigt; das aber wäre ökonomisch sicher nicht sinnvoll. Die Berechtigung des an dieser Stelle eingeführten multiplikativen Zusammenhanges zwischen der werteschaffenden und der wertesparenden Teilqualität des Faktors abhängige Arbeit kann jedoch nicht bewiesen werden. Sie ist lediglich durch Zweckmäßigkeits- und Plausibilitätsbetrachtung zu stützen. Das bedeutet, daß der multiplikativen Verknüpfung dieser beiden Teilqualitäten ein axiomatischer Charakter beizumessen ist. - Im übrigen soll die Berechtigung der Definition eines multiplikativen Zusammenhangs der Funktionen $\sigma_A(t)$ und $\mathcal{X}_A(t)$ im Hinblick auf die Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit außer durch diesen indirekten Schluß durch später unter 331 220 zu bildende modellhafte Beispiele gestützt werden. Außerdem wird sich durch

Analogieschluß über die produktionsbezogene Qualität der Unternehmerleistung zeigen, daß diese Art des Vorgehens sinnvoll ist.[1] - Es kann somit gesetzt werden.

$$(48)\quad \gamma_{p_A}(t) = \sigma_A(t)\ \alpha_A(t),$$

woraus sich speziell für $\sigma_A(t) \equiv 1$ $\gamma_{p_A}(t) \equiv \alpha_A(t)$ ergibt.

und spezielle für $\alpha_A(t) \equiv 1$ $\gamma_{p_A}(t) \equiv \sigma_A(t)$.

331 212 Die Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit und diejenige der im Produktionsprozeß eingesetzten vereinigten lebendigen Arbeit

Nachdem das naturalökonomische Leistungsvolumen und mit ihm die Arbeitsqualität der unselbständig im Produktionsprozeß Erwerbstätigen eines Industriezweiges isoliert über ihre Wirkungen auf die Wertschöpfung und auf den Sachgüteraufwand formal erfaßt sind, kann die Ermittlung der Leistung der Unternehmer angegangen werden. Legt man der Erfassung der Unternehmerleistung die wirtschaftlichen Funktionen der Unternehmung als industrielle Produktionswirtschaft[2] und damit die Unternehmertätigkeit zugrunde, so besteht diese Leistung, kurz zusammengefaßt aus drei Bestandteilen, nämlich aus

---

1) In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß sich unter 652 300ein multiplikativer Zusammenhang zwischen den unter den dort gegebenen Bedingungen dem Unternehmer zur Verfügung stehenden Aktionsparametern zur Verbesserung des Produktionsverfahrens herleiten läßt.

2) Vgl. Lohmann, M., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Tübingen 1949, S. 20 ff.

der beschaffungs- und absatzmarktbezogenen Unternehmerleistung,

der produktionsbezogenen Unternehmerleistung und

der finanzmarktbezogenen Unternehmerleistung.

Im Zusammenhang mit der Beantwortung der Frage nach den Wirkungen qualitativer Verbesserungen des Faktors lebendige Arbeit auf die übrigen Größen des Produktionskreislaufs ist allein die produktionsbezogene Unternehmerleistung relevant. Von den beiden übrigen "Komponenten" muß daher abstrahiert werden. Die angestrebte Isolierung ist nun insofern einigermaßen problematisch als ein Verhältnis gegenseitiger Anpassung zwischen den Absatz-, den Beschaffungs-, den Finanzmärkten und dem Produktionsprozeß besteht. Sie kann deshalb nur in sinnvoller Weise bewerkstelligt werden, wenn man gedanklich eine "Spaltung" der Unternehmerpersönlichkeit bzw. ihrer ökonomischen Leistung vornimmt, innerhalb der "Vollpersonen" des Unternehmers also den Kaufmann vom Betriebsleiter trennt.[1)]

Die produktionsbezogene Unternehmerleistung besteht in der Bereitstellung und Kombination von Produktionsmitteln zum Zwecke der Erstellung von Gütern bestimmter Menge und Qualität und in der Erreichung dieses Zweckes. Die auf den Produktionsprozeß beschränkte Leistung des Unternehmers steht damit in direktem Zusammenhang mit der Wertschöpfung des Produktionsbereiches eines Industriezweigs. Unter der Voraussetzung, daß sich die Qualität aller in den Prozeß der Gütererzeugung eingehenden Faktoren, also auch diejenige der produktionsbezogenen Unternehmerleistung, im Zeitablauf nicht ver-

1) Ähnliche isolierende "Aufspaltungen" der Unternehmerleistung sind auch in der Kreislauftheorie üblich. Vgl. Peter, Hans, Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufes, Göttingen 1954, S.186 ff.

ändert, muß sich daher der in Frage stehende Teil der Arbeitsleistung der Selbständigen im selben Tempo wie das Nettoprodukt entwickeln, das wiederum nur nach Maßgabe der Steigerung der von den Unselbständigen geleisteten (physikalischen) Arbeitsmenge, also wie die Anzahl der von diesen geleisteten Arbeitsstunden zunehmen kann. Damit ist zunächst einmal gezeigt, daß die in den bereits behandelten Modellen der reinen oder über eine Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Güter des konstanten fixen Kapitals modifizierten Erweiterung des Produktionsprozesses getroffene stillschweigende Voraussetzung über den Maßstab, mit welchem neben der unselbständigen auch die selbständige Arbeit und damit die (vereinigte) lebendige menschliche Arbeit insgesamt gemessen wurde, ökonomisch zu Recht gesetzt worden ist. Verbessert sich jedoch - ceteris paribus - die Qualität der produktionsbezogenen Arbeit der Unternehmer, dann nimmt die Unternehmerleistung sicher schneller zu als die Arbeitsmenge der abhängig Beschäftigten vergrößert wird. Es ist sogar zu vermuten, daß dann die produktionsbezogene Unternehmerleistung unter gewissen Bedingungen schneller als die Wertschöpfung des Produktionsprozesses zunimmt.

Um den naturalökonomischen Umfang der produktionsbezogenen Unternehmerleistung für den Fall ermitteln zu können, daß sich die Qualität dieser Arbeit ändert, muß ihr Qualitätsfaktor gefunden werden, mit welchem die relative zeitliche Entwicklung der (physikalischen) Arbeitsmenge der abhängig Beschäftigten zu multiplizieren ist. Dabei soll wiederum zwischen einer werteschaffenden und einer wertesparenden Wirkung der Qualitätsveränderung dieser Art von Arbeit unterschieden werden.

Formal läßt sich die w e r t e s c h a f f e n d e Teilmenge der produktionsbezogenen Unternehmerleistung

als Differenz zwischen dem Nettoprodukt als der Summe der Teilmenge menschlicher Arbeitsleistung, die im Produktionsprozeß neben den Sachgütern verbraucht wird, und der werteschaffenden Arbeitsleistung der Unselbständigen erfassen. Ihre relative zeitliche Veränderung ist demnach wegen (40) in Verbindung mit (46)

$$(49)\quad \bar{\mathfrak{K}}(t) = \frac{n_o \bar{\mathfrak{K}}(t) - l_o \bar{\mathfrak{G}}_A(t)}{g_o} =$$

$$\frac{\left[(l_o + g_o)\,\mathfrak{G}(t) - l_o \mathfrak{G}_A(t)\right] H_A(t)}{g_o} =$$

$$\left[(h_o+1)\,\mathfrak{G}(t) - h_o\, \mathfrak{G}_A(t)\right] H_A(t)^{1)},$$

wenn zur Abkürzung der Schreibweise $l_o \cdot g_o^{-1} = h_o$ [2] gesetzt und außerdem (44) und(2) berücksichtigt wird. In die Funktion $\bar{\mathfrak{K}}(t)$ geht somit der Einsatz an sachlichen Produktionsmitteln, die neben den personellen die Gütererstellung ermöglichen, nicht ein. - Aus (49) folgt $\bar{\mathfrak{K}} \gtrless N = \mathfrak{G} H_A$, wenn $\mathfrak{G} \gtrless \mathfrak{G}_A$ ist.

---

1) Um die Darstellung zu verkürzen, wird hier und innerhalb 331 212 entgegen der Vereinbarung, jeweils nur ein Datum zu variieren, mit einer Verbesserung der Teilqualitäten der produktionsbezogenen Unternehmerleistung gleichzeitig eine Verbesserung der entsprechenden Qualitäten der Arbeit der abhängig Beschäftigten zugelassen. Die Ausführungen lassen sich in Einklang mit der Isoliermethode bringen, wenn $\mathfrak{G}_A(t)$ bzw. $\mathfrak{X}_A(t)$ identisch eins gesetzt werden.

2) Der Quotient h_o ist der Kehrwert der Marx'schen Mehrwertrate des Wertrechnungsschemas.

Es läßt sich aber noch ein von (49) unabhängiger zweiter Ansatz zur Messung der produktionsbezogenen werteschaffenden Unternehmerleistung herleiten. Auf diesen zweiten Ansatz führt folgende Überlegung: Es ist aufgrund der Definition der produktionsbezogenen Unternehmerleistung sinnvoll, z.B. eine qualitative Verbesserung der Maschinen im werteschaffenden Sinne der Unternehmerleistung voll zuzurechnen. Was aber für den Produktionsfaktor Maschinenleistung oder allgemeiner für den Produktionsfaktor vorgetane Arbeit gilt, muß im Rahmen der Kombination von Produktionsfaktoren auch für den Faktor lebendige abhängige Arbeit gelten. Vorgetane und unmittelbar aufgewendete Arbeit unterscheiden sich nämlich nur durch die Zeit[1], durch den Zeitpunkt ihrer Entstehung. Setzt der Unternehmer abhängige Arbeitskräfte höherer werteschaffender Qualität $\sigma_A(t)$ ein, dann verändert er die Kombination seiner Produktionsfaktoren; d.h. er erreicht, daß in der geleisteten (physikalischen) Arbeitsstunde unter sonst gleichbleibenden Bedingungen mehr Güter als zuvor erzeugt werden. Daneben hat der Unternehmer aber noch die Möglichkeit, originär - etwa durch Verbesserung der Organisation des Arbeitseinsatzes - auf das Verhältnis der relativen zeitlichen Veränderungen von Nettoprodukt und (physikalischer) Arbeitsmenge einzuwirken. Diese o r i g i n ä r e werteschaffende Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Arbeit des Unternehmers soll mit $\sigma_u(t)$ bezeichnet werden. Nimmt man (vgl. S. 62) auch in diesem Falle eine multiplikative Verknüpfung der Teilqualitäten den Faktor vereinigte Arbeit an, dann läßt sich für die werteschaffende produktionsbezogene Unterleistung schreiben:

---

1) Vgl. Strumilin, W., a.a.O.

$$(50)\quad \bar{\alpha}(t) = \sigma_u(t)\ \sigma_A(t)\ H_A(t) = \sigma_u(t)\ \bar{g}_A(t),$$

worin $\sigma_u(t)$ der originäre Faktor der werteschaffenden Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerleistung und $\sigma_A(t)\ H_A(t)$ die schon (vgl. (46)) bekannte werteschaffende Leistungsveränderung der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten ist. $\sigma_u(t)$ kann damit, solange produziert wird, niemals verschwinden. Da (vgl. S. 14) der Sonderfall, daß die Produktionsmittel in ihrer Gesamtheit nicht ausgenutzt werden, nicht berücksichtigt werden soll, ist $\sigma_u(t)$ also immer positiv.

Aus (49) und (50) folgt somit für den originären werteschaffenden Qualitätsfaktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung

$$(51)\quad \sigma_u(t) = \frac{(h_o+1)\,\sigma(t) - h_o\,\sigma_A(t)}{\sigma_A(t)}, \text{ wobei}$$

$$\sigma_A(t) < \frac{(h_o+1)\,\sigma(t)}{h_o} \text{ für alle } t \text{ ist.}$$

Sind $\sigma(t)$ und $\sigma_A(t)$ gegeben, dann ist damit auch $\sigma_u(t)$ bekannt.

Aus (51) folgt für den Fall, daß sich die werteschaffende Qualität der abhängigen Arbeit nicht verändert,

$$\sigma_u(t) = (h_o+1)\sigma(t) - h_o > \sigma(t) \text{ für alle } t > o,$$
$$\text{wenn } \dot{\sigma}(t) > o \text{ für alle nicht negativen } t -$$

und für den Fall einer zeitlichen Invarianz der originären werteschaffenden Qualität der selbständigen produktionsbezogenen Arbeit

$$\sigma_A(t) = \sigma(t) \text{ für alle } t \geq o.$$

Damit ist gezeigt, daß der Ansatz (50), also der dort unterstellte multiplikative Zusammenhang zwischen $\sigma_u(t)$ und $\bar{g}_A(t)$ sinnvoll ist. Einmal ergibt sich aus (49) - wie schon erwähnt - $\bar{a}(t) \gtreqless N(t) = \sigma(t)\, H_A(t)$, je nachdem $\sigma(t) \gtreqless \sigma_A(t)$ ist. Dies folgt auch aus (51), nachdem diese Gleichung beiderseits mit $\sigma_A(t)\, H_A(t)$ multipliziert ist. Zum anderen befindet sich insbesondere das Ergebnis der letztgenannten Variante $[\sigma_u(t) \equiv 1]$ in völliger Übereinstimmung mit den bisherigen Überlegungen.

Aus (51) ergibt sich nach Umformung

$$(52)\quad \sigma(t) = \frac{(h_o + \sigma_u(t))\ \sigma_A(t)}{h_o + 1}$$

Es ist aber auch denkbar, daß bei gleichbleibender Menge und Qualität der erzeugten Produkte, bei unveränderlicher Qualität und (physikalischer) Menge der abhängigen Arbeit sowie bei zeitinvarianter Qualität der Güter des konstanten Kapitals infolge irgendwelcher von den Unternehmern ergriffenen Maßnahmen der Sachgüterverbrauch des Produktionsprozesses absolut vermindert wird. Eine derartige Veränderung des Produktionsverfahrens geht auf eine o r i g i n ä r e w e r t e s p a r e n d e Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit zurück, die mit $\varkappa_u(t)$ formal gekennzeichnet sei. Findet gleichzeitig mit einer originären wertesparenden Qualitätsverbesserung der Unternehmerleistung im beschriebenen Sinne oder ohne eine solche eine wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit $\varkappa_A(t)$ statt, so muß diese aus demselben Grunde wie eine werteschaffende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit der Unternehmerleistung voll zugerechnet werden. Dabei kann wiederum davon ausgegangen werden,

daß zwischen der originären selbständigen und der wertesparenden Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ein multiplikativer Zusammenhang besteht. Auf die produktionsbezogene Unternehmerleistung entfällt somit das Produkt $\varkappa_u(t)\ \varkappa_A(t)$.

Verbessert sich die wertesparende Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerleistung, sei es originär oder sei es in Verbindung mit einer wertesparenden Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit, dann muß das Nettoprodukt schneller zunehmen als der Verzehr an Gütern des konstanten Kapitals. Dasselbe tritt aber auch - wie schon gezeigt - ein, wenn sich ceteris paribus die wertesparende Qualität der unselbständigen Arbeit allein günstiger gestaltet. Außerdem wird durch eine solche wertesparende Verbesserung jeder dieser beiden Arten von Arbeit oder der v e r e i n i g t e n lebendigen Arbeit von Unternehmer und abhängig im Produktionsprozeß Erwerbstätigen die Nettoproduktionsentwicklung nicht berührt. Die Expansion des naturalökonomischen Bruttoproduktes bleibt demnach hinter derjenigen des naturalökonomischen Nettoproduktes zurück. Es werden also durch diese Art Qualitätsverbesserung der lebendigen Arbeit - unter sonst gleichen Bedingungen - Wirkungen auf das Bruttoprodukt wie auf den in dieses eingehenden Sachgüteraufwand erzielt. Dabei können - auch bei als vorgegeben erachtetem Nettoprodukt - über diesen relativ geringeren Zuwachs hinaus keinerlei einschränkende Annahmen über die Steigerungsraten des Bruttoprodukts und des Sachgüterverbrauchs gemacht werden. Allgemein und formal läßt sich nur sagen, daß, wenn das Bruttoprodukt weniger schnell als das Nettoprodukt steigt, wenn also wertesparende Qualitätsverbesserungen der Arbeit stattfinden, die sog. organische Zusammensetzung der Aufwendungen an (vereinigter) werteschaffender lebendiger

und an vorgetaner Arbeit $T(t)$ (vgl. (44)) im Zeitablauf abnimmt. Man wird daher die wertesparende Qualitätsveränderung der vereinigten lebendigen Arbeit, die mit $\varkappa(t)$ bezeichnet sei, durch den Kehrwert der relativen zeitlichen Veränderung dieser organischen Zusammensetzung erfassen können. Es kann also gesetzt werden:

(53) $\varkappa(t) = \frac{1}{T'(t)} = \frac{N(t)}{C(t)}$, wenn (44) berücksichtigt wird.

Im Hinblick auf das in dieser Untersuchung zu lösende Problem ist es erforderlich, aus dem wertesparenden Qualitätsfaktor der vereinigten lebendigen Arbeit $\varkappa(t)$ den originären wertesparenden Qualitätsfaktor der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit $\varkappa_u(t)$ und die wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit $\varkappa_A(t)$ zu isolieren. Der Anteil der beiden Arbeitsarten an der relativen Werteersparnis ist aber ebensowenig naturalökonomisch faßbar wie derjenige der abhängigen und der Unternehmerarbeit an der Wertschöpfung. Dies ist letztlich darauf zurückzuführen, daß eine absolute Messung des Qualitätsniveaus der Arbeit, insbesondere desjenigen der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit nicht möglich ist. Man hat deshalb bei der Aufspaltung der wertesparenden Qualitätsfunktion der vereinigten Arbeit $\varkappa(t)$ genauso wie bei der Aufspaltung der werteschaffenden Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit $\sigma(t)$ nur die Möglichkeit, eine Gewichtung der Qualitätsfunktionen $\varkappa_u(t)$ und $\varkappa_A(t)$ über geeignete Hilfsgrößen vorzunehmen. Das braucht indessen den Erkenntniswert dieser Indexzahlen nicht zu vermindern. Es kommt nämlich nur darauf an, daß diese den Sinn der Qualitätsveränderungen richtig anzeigen und das Tempo dieser Veränderungen richtig wiedergeben. Als solche Hilfsgrößen bieten sich auch bei

der augenblicklich angestrebten Trennung die im zeitlichen Ausgangspunkt anfallende Lohn- und Gewinnsumme an. Da - wie schon angedeutet (vgl. Seite 69) - eine wertesparende Verbesserung der abhängigen Arbeit auch bei unveränderlicher Qualität der Unternehmerarbeit eine Zunahme der produktionsbezogenen Unternehmerleistung $\sigma(t)$ bedeutet, erscheint es zweckmäßig, die erforderliche Aufspaltung der Funktion $\varkappa(t)$ formal in derselben Weise anzugeben, wie sie (vgl. (52) für die Aufspaltung der Funktion $\sigma(t)$ hergeleitet ist. Man kann also sagen:

$$(54)\quad \varkappa(t) = \frac{(h_o+\varkappa_u(t))\,\varkappa_A(t)}{h_o+1} \quad .$$

Für $\varkappa_u(t) \equiv 1$ ist also $\varkappa_A(t) \equiv \varkappa(t)$ und

für $\varkappa_A(t) \equiv 1$ ist $\qquad \varkappa_u(t) \equiv (h_o+1)\,\varkappa(t) - h_o > \varkappa(t).$

Hieraus folgt in Verbindung mit (53) für die originäre wertesparende Qualitätsveränderung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit

$$(55)\quad \varkappa_u(t) = \frac{(h_o+1)\,\sigma(t)\,H_A(t) - h_o\,\varkappa_A(t)\,C(t)}{\varkappa_A(t)\,C(t)} \quad ,$$

wenn außerdem (2) berücksichtigt wird. Ist neben der Entwicklung des Nettoproduktes und neben der Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit noch der Sachgüterverbrauch bekannt, dann ist somit eine Aussage über den originären wertesparenden Qualitätsfaktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung möglich.

Wie entwickelt sich aber die Qualität der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit insgesamt und diejenige der totalen produktionsbezogenen Arbeit der

Unternehmer? Da (vgl. (48)) die Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit als Produkt ihres werteschaffenden und des wertesparenden Merkmals definiert ist, kann ein solcher multiplikativer Zusammenhang auch zwischen der werteschaffenden und der wertesparenden Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit angenommen werden. Die lebendige Arbeit wird somit auch als ein einziger Produktionsfaktor aufgefaßt. Dies erscheint auch als sinnvoll. Man denke etwa nur an einen Ein-Mann-Betrieb oder an das Robinsonmodell. Infolgedessen kann man für die Veränderung der Gesamtqualität der vereinigten Arbeit, die mit $\hat{p}(t)$ bezeichnet sei, setzen:

$$(56)\quad \hat{p}(t) = \sigma(t) \cdot \hat{x}(t) = \frac{(h_o + \sigma_u(t))\,(h_o + x_u(t))\,\hat{p}_A(t)}{(h_o+1)^2},$$

wenn außerdem (52) und (54) in Verbindung mit (48) beachtet werden.

Der Umstand, daß in (56) $\hat{p}_A(t)$ als Faktor erscheint, darf nun nicht dazu verleiten, die Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit als Produkt der totalen Qualitätsfunktionen der abhängigen und der Unternehmerarbeit zu betrachten. Das würde nämlich dazu führen, daß die totalen Qualitäten dieser beiden Arbeitsarten mit gleichen Gewichten in die Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit eingingen, was im Widerspruch zu der bisher vertretenen Auffassung stünde. Es müssen vielmehr auch hier die Anteile der beiden Arbeitsarten am Qualitätsniveau der vereinigten Arbeit berücksichtigt werden, für die als Hilfsgrößen wiederum nur die Gewinn- und die Lohnsumme im Ausgangszeitpunkt der Betrachtung herangezogen werden können. Man wird also widerspruchsfrei gegenüber der bisher vertretenen Auf-

fassung auch schreiben dürfen:

$$(57)\quad \gamma_p(t) = \frac{(h_o + \gamma_u(t))\,\gamma_A(t)}{h_o + 1}\ ,$$

da beide qualitativen Merkmale der abhängigen Arbeit, das werteschaffende wie das wertesparende, in die produktionsbezogene Unternehmerleistung eingehen müssen. Auf diese Weise ist auch eine Trennung der totalen Qualitätsveränderungen der produktionsbezogenen Unternehmer- und der abhängigen Arbeit erreicht. $\gamma_u(t)$ steht in (57) für die originäre totale Qualitätsveränderung der Unternehmerarbeit und $\gamma_A(t)$ für die totale Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit.

Aus (56) und (57) ergibt sich für die Qualitätsveränderung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit

$$(58)\quad \gamma_u(t) = \frac{(h_o + \sigma_u(t))\,(h_o + \varkappa_u(t)) - h_o(h_o+1)}{h_o + 1}$$

Ist speziell $\sigma_u(t) \equiv 1$, dann folgt $\gamma_u(t) \equiv \varkappa_u(t)$, ist speziell $\varkappa_u(t) \equiv 1$, dann ist $\gamma_u(t) \equiv \sigma_u(t)$, was die Zweckmäßigkeit dieser Ansätze bestätigt.

Für die Änderungsgeschwindigkeit der Qualitätsfunktion der vereinigten Arbeit ergibt sich nach (56)

$$(59)\quad \dot{\gamma}_p(t) = \frac{\left[h_o(h_o+\sigma_u+\varkappa_u) + \sigma_u\varkappa_u\right]\dot{\gamma}_A + \left[h_o(\dot{\sigma}_u+\dot{\varkappa}_u) + \dot{\sigma}_u\varkappa_u + \sigma_u\dot{\varkappa}_u\right]\gamma_A}{(h_o+1)^2}$$

Demnach ist

$$(60)\quad \dot{\gamma}_p(t) \gtreqless 0, \quad \text{je nachdem}$$

$$\frac{\dot{p}_A}{p_A} = -\frac{h_o(\dot{\sigma}_u(t)+\dot{\alpha}_u(t)) + \dot{\sigma}_u(t)\alpha_u(t)+\sigma_u(t)\dot{\alpha}_u(t)}{h_o(h_o+\sigma_u(t)+\alpha_u(t)) + \sigma_u(t)\alpha_u(t)} \quad \text{ist.}$$

Nachdem die Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit $p(t)$ formal erfaßt ist, läßt sich auch eine Aussage über die relative zeitliche Veränderung der in den Produktionsprozeß einmündenden insgesamt aufgewendeten lebendigen Arbeit im naturalökonomischen Sinne $\alpha(t)$ machen. Wie die Qualitätsveränderung eines jeden anderen Gutes kann nämlich auch diejenige des Gutes vereinigte lebendige Arbeit $p(t)$ durch den aus der relativen zeitlichen Veränderung seines n a t u r a l ö k o n o m i s c h e n Umfanges $\alpha(t)$ und dem Index der diesem entsprechenden p h y s i k a l i s c h e n Mengengröße gebildeten Quotienten gemessen werden. Worin besteht aber insbesondere im Hinblick auf die Unternehmerarbeit die der vereinigten Arbeit entsprechende Mengengröße? Diese Frage läßt sich aufgrund der bisher vertretenen Auffassung beantworten. Da die produktionsbezogene Leistung der Unternehmer in der Kombination der Produktionsfaktoren besteht, nimmt sie zu, wenn der Einsatz der Faktoren mengenmäßig vergrößert oder/und qualitativ verbessert wird. Dabei sind - von einer einzigen Ausnahme abgesehen, der jedoch längerfristig keine Bedeutung beizumessen ist (vgl. S. 169 f.) - qualitative Verbesserungen der Sachgüter als originäre Qualitätsverbesserungen der Unternehmerarbeit $p_u(t)$ zu betrachten, während die ausschließlich mengenmäßige Erweiterung des Sachgüterverbrauchs (bei Konstanz aller in den Produktionsprozeß eingehenden Ströme) als eine quantitative Leistungszunahme der Unternehmer aufgefaßt werden kann. Die produktionsbezogene Unternehmerleistung entwickelt sich also bei qua-

litativer Zeitinvarianz aller Aufwandströme und der Unternehmerarbeit selbst (vgl. 32o ooo) wie die von den abhängig Beschäftigten geleistete Arbeitszeit $H_A(t)$.[1] Ist - ceteris paribus - die Verwendung besserer Sachgüter eine Steigerung der produktionsbezogenen Unternehmerleistung $\tilde{\alpha}(t)$, dann muß auch die qualitative Verbesserung der im Produktionsprozeß eingesetzten abhängigen Arbeit unter sonst gleichen Bedingungen eine solche darstellen, da in die Kombination der Faktoren die abhängige Arbeit wie die Sachgüter eingehen, und der Unternehmer - abgesehen von rein organisatorischen Maßnahmen - durch den Einsatz besserer Sachgüter oder durch den Einsatz höherwertiger abhängiger Arbeit oder durch beide Möglichkeiten zusammen die Produktionsweise günstiger gestalten kann. Da die Aktionsparameter, die dem Unternehmer zur Verfügung stehen, als multiplikativ verknüpft angesehen werden können, läßt sich hiernach für die relative zeitliche Veränderung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit setzen:

$$(61)\quad \dot{\tilde{\alpha}}(t) = \gamma_u(t)\,\gamma_A(t)\,H_A(t),$$

worin $\gamma_u(t)$ der originäre Qualitätsfaktor dieser Leistung ist.

Nun ist die insgesamt in den Produktionsprozeß eingehende lebendige Arbeit $\alpha(t)$ als Summe der Unternehmer- und der abhängigen Arbeit zu definieren. Für ihre re-

---

1) Da den Überlegungen immer noch der constant returns-Fall zugrundeliegt, ist damit nicht behauptet, daß in der Industrie das Ertragsgesetz nicht gelte. (Vgl. v. Stackelberg, H., Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, Bern, Tübingen 1951, S. 4o). Im übrigen vgl. S. 122 und S. 123.

lative zeitliche Veränderung kann somit unter Berücksichtigung von (45) und der bisher verwendeten Gewichte geschrieben werden:

$$(62)\quad \dot{\alpha}(t) = \frac{l_o \dot{\gamma}_A(t) + g_o \dot{\kappa}(t)}{l_o + g_o} = \frac{h_o \gamma_A(t) H_A(t) + \dot{\kappa}(t)}{h_o + 1}.$$

Setzt man (61) in (62) ein, dann folgt in Verbindung mit (57)

$$(63)\quad \dot{\alpha}(t) = \frac{(h_o + \gamma_u(t))\gamma_A(t) H_A(t)}{h_o + 1} = \gamma(t) H_A(t).$$

Die hier vertretene Auffassung, insbesondere die volle Zurechnung der qualitativen Verbesserung der abhängigen Arbeit auf die produktionsbezogene Unternehmerleistung, führt somit dazu, daß die relative zeitliche Veränderung der vereinigten lebendigen Arbeit als Produkt ihrer Qualitätsveränderung und dem Index der geleisteten Arbeitszeit der abhängig Beschäftigten ergibt. Anders ausgedrückt folgt aus der eingenommenen theoretischen Grundeinstellung, daß sich die in Stunden gemessene abhängige Arbeitszeit als die dem naturalökonomischen Volumen der vereinigten Arbeit entsprechende physikalische Mengengröße darstellt. Die Größe, auf welche die produktionsbezogene Unternehmerleistung im Hinblick auf ihren o r i g i n ä r e n Qualitätsfaktor bezogen werden muß, ist dagegen (vgl. (61) das Produkt $\gamma_A(t) H_A(t)$. Gegen diese Auffassung dürfte a priori nichts einzuwenden sein, womit jedoch nicht behauptet sei, daß der hier eingeschlagene Lösungsweg der einzig mögliche ist.

331 213 Die Qualitätsverbesserung der vereinigten lebendigen Arbeit, der technische Fortschritt und die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens

Um den Zusammenhang zwischen der Qualitätsverbesserung der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit und dem im Verfahren realisierten technischen Fortschritt allgemein erfassen zu können, ist es erforderlich, vorübergehend auch qualitative Veränderungen der Sachgüter zuzulassen. Dagegen wird weiterhin nur der constant returns-Fall betrachtet, also unterstellt, daß die ökonomischen Faktoreinsatzmengen pro Erzeugniseinheit von der Veränderung des Produktionsausstoßes, also auch von der Veränderung des Ausnutzungsgrades der Maschinen -ceteris paribus- nicht beeinflußt werden. Es ist nun ohne Schwierigkeit möglich, die Qualitätsverbesserungen der sachlichen Produktionsmittel formal zu berücksichtigen. Wie sich (vgl. 332 210) zeigen läßt, ergibt sich, daß werteschaffende Qualitätsverbesserungen der Maschinen mit solchen der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit einhergehen bzw. umgekehrt. Wenn aber werteschaffende Qualitätsverbesserungen der Maschinen auf werteschaffende Qualitätsverbesserungen der Unternehmerarbeit zurückzuführen sind, dann ist nicht einzusehen, weshalb solche wertesparende Art, die ja bei den Maschinen auch denkbar sind, nicht ebenfalls der produktionsbezogenen Unternehmerleistung als wertesparende Qualitätsverbesserungen zuzurechnen sind. Was jedoch für qualitative Verbesserungen der Maschinen - und auch für diejenigen der abhängigen Arbeit - gilt, das sollte auch für qualitative Verbesserungen der übrigen in den Produktionsprozeß eingehenden Sachgüter gelten. D.h., werteschaf-

fende Qualitätsveränderungen eines jeden Sachgutes bedeuten eine Zunahme des originären werteschaffenden Qualitätsfaktors der Unternehmerleistung $\sigma_u(t)$ und solche wertesparender Art eine Zunahme des originären wertesparenden Qualitätsfaktors der Unternehmerleistung im Sinne dieser Untersuchung. [1] Damit wirken sich Qualitätsverbesserungen jeglicher Art auf die Unternehmerleistung, also auch auf die Qualität der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit $\varphi(t)$ aus.

Worin unterscheidet sich aber der im Verfahren realisierte technische Fortschritt von der Qualitätsverbesserung der im Prozeß vereinigten lebendigen Arbeit? Um diese Frage beantworten zu können, muß geklärt werden, was unter dem technischen Fortschritt im n a t u r a l - ökonomischen Sinne zu verstehen ist.

"Der technische Fortschritt" (im s o z i a l ökonomischen, also geldwirtschaftlichen Sinne) "substituiert in erster Linie Kapitalgüter einer ganz bestimmten Art und Qualität durch andere (bessere) Kapitalgüter ("Intra-Faktorsubstitution") sowie ein bestimmtes Produktionsverfahren durch ein anderes (besseres) Produktionsverfahren ("Verfahrens-Substitution") und erst in zweiter Linie Mengen von Arbeit durch Mengen von Kapital ("Inter-Faktorsubstitution". [2] Mit dieser Unterscheidung ist jedoch der technische Fortschritt

---

1) Auf diese Zusammenhänge wird später (vgl. S. 151 f.) noch ausführlicher einzugehen sein.

2) Walter, H., Technischer Fortschritt und Faktorsubstitution, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 175, Stuttgart 1963, S. 113

begrifflich noch nicht eindeutig erfaßt. Einmal sind nämlich die drei genannten Substitutions-Typen nicht hinreichend voneinander abgegrenzt. Zum anderen muß im Hinblick auf die in dieser Untersuchung angelegte naturalökonomische Betrachtungsweise geklärt werden, wodurch sich der technische Fortschritt im sozialökonomischen Sinne von demjenigen im naturalökonomischen Sinne unterscheidet. Schließlich ist zu prüfen, ob der technische Fortschritt sich allein durch diese drei Substitutions-Typen beschreiben läßt oder ob er darüber hinaus noch speziellen Kriterien genügen muß.

Bislang wurde davon ausgegangen, daß ein technischer Fortschritt dann vorliegt, wenn sich wenigstens die Qualität eines der im Produktionsprozeß eingesetzten Faktoren und insofern das Produktionsverfahren verbessert. Das bedeutet, daß auch bei der Intra-Faktorsubstitution, die ja durch die Ersetzung von Kapitalgütern bestimmer Art und Qualität durch bessere, also qualitativ hochwertigere Kapitalgüter charakterisiert ist, eine Veränderung des Produktionsverfahrens gegeben ist. Eine solche liegt indessen auch bei der Inter-Faktorsubstitution vor, in der (physikalische) Mengen von (abhängiger) Arbeit durch (physikalische) Mengen von Sachgütern (oder umgekehrt) substituiert werden, weil sich hierbei die strukturelle Zusammensetzung der Faktormengen verändert und solche Strukturveränderungen eine besondere Art von Qualitätsveränderungen darstellen. [1] Es ist daher zweckmäßig, eine Veränderung des Produktionsverfahrens im weiteren Sinne von einer solchen im engeren Sinne zu unterscheiden. Erstere umfaßt alle drei genannten Substitutions-Typen, letztere al-

---

1) Vgl. dazu S. 1[illegible] und S. 1[illegible]

lein die sog. "Verfahrens-Substitution". Diese Übereinstimmung aller drei Substitutions-Typen darin, daß sie eine Veränderung des Produktionsverfahrens bewirken, zwingt dazu, den Inhalt des Begriffes der Verfahrens-Substitution von demjenigen der Intra- bzw. der Inter-Faktorsubstitution schärfer abzugrenzen. Dabei ist es in dem hier interessierenden Zusammenhang möglich, sich auf die naturalökonomischen Aspekte zu beschränken und von den zusätzlichen sozialökonomischen zu abstrahieren.

Wird die sozialökonomische Betrachtungsweise angelegt, dann ist bei einer Inter-Faktorsubstitution zu unterscheiden, ob sie durch Faktorpreisveränderungen induziert ist oder ob sie deshalb zustande kommt, weil - bei Konstanz der Preise des Input - die Faktoren und damit die (physikalischen) Faktormengen nicht optimal kombiniert sind. Selbst dann, wenn eine Konstanz der Faktorpreise und eine qualitative Zeitinvarianz der abhängigen Arbeit, der Sachgüter und der erzeugten Produkte gegeben ist, kann sich somit eine Substitution von (physikalischen) Arbeitsmengen durch (physikalische) Mengen an Sachgütern oder umgekehrt ergeben, wenn sich die Unternehmer an die Minimalkostenkombination herantasten müssen. Bei naturalökonomischer Betrachtungsweise wird nun von den Faktorpreisen bzw. ihren Veränderungen als Bestimmungsgrößen des Verhaltens der Unternehmer, also auch von ihren Wirkungen auf das Produktionsverfahren abstrahiert. Unter güterwirtschaftlichem Aspekt läßt sich somit die faktorpreisinduzierte Inter-Faktorsubstitution nicht von der nichtfaktorpreisinduzierten Inter-Faktorsubstitution isolieren. Mit anderen Worten kann bei naturökonomischer

Betrachtungsweise die Inter-Faktorsubstitution nur als ein Herantasten an die Minimal a u f w a n d s kombination [1] verstanden werden. Um diesen Substitutions-Typ naturalökonomisch von der Intra-Faktorsubstitution und von der Verfahrens-Substitution abzugrenzen, erscheint es daher zweckmäßig festzulegen, daß eine Inter-Faktorsubstitution dann vorliegt, wenn sich die Qualitäten der Sachgüter, der abhängigen Arbeit und diejenigen der erzeugten Produkte nicht verändern. Ihre ökonomische Wirkung, die günstigere Kombination der Faktormengen, muß sich jedoch auf irgendeine Qualitätsverbesserung zurückführen lassen. Denn läge eine solche nicht vor, dann könnte sich auch keine Veränderung des Produktionsverfahrens ergeben. D.h., die Inter-Faktorsubstitution steht ausschließlich im Zusammenhang mit einer originären Veränderung der Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit bei gleichzeitiger Konstanz der Qualität der Fertigerzeugnisse und der in den Prozeß eingehenden Sachgüter sowie der Qualität der abhängigen Arbeit. Außerdem ist zu beachten, daß sich bei der Inter-Faktorsubstitution auch in der Naturalökonomie die Substitutionsvorgänge auf ein und derselben Produktionsisoquanten abspielen. Das bedeutet, daß auch die Ausstoßmenge, die (physikalische) Menge der erzeugten Produkte konstant bleiben muß.

Dagegen läßt sich die Intra-Faktorsubstitution aus alleinigen qualitativen Veränderungen der Sachgüter bei simultaner qualitativer Konstanz der abhängigen Arbeit

---

1) Bei naturalökonomischer Betrachtung der Zusammenhänge empfiehlt es sich, nicht von Kosten sondern von Aufwendungen zu sprechen, da die Güterpreise nicht beachtet werden.

und der Fertigprodukte erklären. Die Erzeugnismengen sind jedoch keinen ausdrücklichen Bedingungen unterworfen. Da originäre Qualitätsverbesserungen der Unternehmerarbeit sich aber nicht nur im Zusammenhang mit dem Einsatz qualitativ besserer Sachgüter auswirken, sondern auch - wie soeben gezeigt ist - zu einer günstigeren Kombination der Faktormengen führen können, liegt nur dann eine reine Intra-Faktorsubstitution vor, wenn die Produktionsfaktoren in jedem beliebigen Zeitpunkt der Beobachtung optimal kombiniert sind. Es sei jedoch ausdrücklich vermerkt, daß nicht nur werteschaffende sondern auch wertesparende Qualitätsverbesserungen der Sachgüter allein und damit beide Arten der auf die Verwendung produzierter Produktionsmittel beschränkten Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit eine reine Intra-Faktorsubstitution bedeuten.

Ist die Inter-Faktorsubstitution von den übrigen drei genannten, mit dem technischen Fortschritt im ökonomischen Sinne zusammenhängenden Substitutions-Typen dadurch abgegrenzt, daß sich die Qualitäten der abhängigen Arbeit, der Sachgüter und der Fertigerzeugnisse wie die Mengen der erstellten Produkte nicht verändern und die Intra-Faktorsubstitution dadurch, daß ausschließlich eine Qualitätsveränderung der produzierten Produktionsmittel zugelassen ist, die sich jedoch auf die erzeugte Gütermenge und ihre Qualität auswirken kann, dann kann das Produktionsverfahren i.e.S. nur modifiziert werden, wenn - ceteris paribus - ausschließlich originär qualitativ bessere oder schlechtere Arbeit zum Einsatz gelangt oder wenn sich - unter sonst gleichen Bedingungen - die Qualität der erzeugten Produkte verändert. Bei der Verfahrens-Substitution sind somit zwei Arten zu unterscheiden, die "arbeitsbezogene"

Verfahrens-Substitution und die "produktionsbezogene" Verfahrens-Substitution. Bei der erstgenannten ist es entweder möglich, daß durch sich verbessernde wertschaffende Qualität der Arbeit die Gütererzeugung je geleisteter Arbeitsstunde im Zeitablauf zunimmt oder daß durch besser werdende wertesparende Qualität der Arbeit der Sachgüterverbrauch relativ zum Mengenausstoß sich vermindert. Bei der reinen produktbezogenen Verfahrens-Substitution finden eine qualitative Veränderung der erstellten Güter bei simultaner Konstanz der abhängigen Arbeitsqualität und der Qualität der produzierten Produktionsmittel statt. In diesem Falle ist es möglich, daß der Sachgüteraufwand relativ hinter der Nettoproduktszunahme zurückbleibt, die sich hier als Produkt aus der Qualitätsveränderung der Erzeugnisse und der mengenmäßigen Ausbringung ergibt. Die produktbezogene Verfahrens-Substitution ist daher mit einer originären wertesparenden Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit verbunden. Auch bei der Verfahrens-Substitution brauchen wie bei der Intra-Faktorsubstitution keine einschränkenden Bedingungen über die Entwicklung der (physikalischen) Produktmengen gesetzt zu werden.

Es liegt somit nahe, in der N a t u r a l ökonomik das Verhalten der Qualitäten der von den Unternehmern aufgewendeten Produktionsfaktoren wie dasjenige der Qualitäten der im betrachteten Prozeß erzeugten Produkte zur Klassifizierung der drei genannten Substitutions-Typen heranzuziehen (Vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 Zusammenhang zwischen Substitutions-Typen und Qualitäten der Faktoren und Produkte

Substitutions-Typ	Qualität der			Menge der Erzeugnisse
	abhängigen Arbeit	Sachgüter	Erzeugnisse	
Inter-Faktorsubstitution	konstant	konstant	konstant	konstant
Intra-Faktorsubstitution	konstant	variabel	variabel	variabel
Verfahrens-Substitution				
a) produktbezogen	konstant	konstant	variabel	variabel
b) arbeitsbezogen	variabel	konstant	konstant	variabel

Die Inter-Faktorsubstitution stellt sich somit in der N a t u r a l ökonomik, also wenn auf die Qualität der eingesetzten Faktoren und auf diejenige der erzeugten Produkte abgestellt und von den Güterpreisen abgesehen wird, als spezieller Fall der Intra-Faktor wie der Verfahrens-Substitution dar. Die Intra-Faktorsubstitution unterscheidet sich von der Verfahrens-Substitution im wesentlichen darin, daß bei jener die Qualitäten der produzierten Produktionsmittel verändert werden und die des Faktors abhängige Arbeit konstant bleiben, während bei der Verfahrens-Substitution die Qualitäten der Sachgüter zeitinvariant sind. Bei der Intra-Faktorsubstitution und bei der produktbezogenen

eigentlichen [1] Verfahrens-Substitution verändert sich innerhalb der Arbeitsqualität allein diejenige der Unternehmer. Bei der arbeitsbezogenen Verfahrens-Substitution können sich originär die Qualitäten der abhängigen wie der selbständigen Arbeit verändern.

Die Inter-Faktorsubstitution ist daher bei naturökonomischer Betrachtungsweise kein eigenständiger Substitutions-Typ. Will man aus heuristischen Gründen an einer Unterscheidung zwischen den verbleibenden Substitutions-Typen festhalten, dann muß man sich dazu entschließen, sie entweder unter die Intra-Faktorsubstitution oder unter die Verfahrens-Substitution zu subsummieren. Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung, in welcher - soweit wie es möglich ist - qualitative Veränderungen des Faktors lebendige Arbeit von solchen des Faktors vorgetane, in den Produktionsmitteln verkörperte Arbeit isoliert betrachtet werden sollen, erscheint es zweckmäßig, die Inter-Faktorsubstitution als speziellen Fall der Verfahrens-Substitution anzusehen. Eine reine Verfahrens-Substitution i.w.S. liegt also dann vor, wenn sich die Qualitäten der Sachgüter nicht verändern. Bei der reinen Intra-Faktorsubstitution dürfen - ceteris paribus - die Qualitäten der produzierten Produktionsmittel nicht zeitinvariant bleiben. In der Realität findet jedoch meist eine Kombination dieser beiden Substitutions-Typen statt. D.h., mit einer qualitativen Veränderung der Sachgüter ist

---

1) Von der eigentlichen Verfahrens-Substitution ist in der Naturalökonomik eine uneigentliche Verfahrens-Substitution zu unterscheiden. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß mit ihr keine Veränderung der Arbeitsqualität einhergeht. Vgl. S. 108

meistens auch eine Qualitätsveränderung der erzeugten Produkte verbunden.

Damit ist zugleich gezeigt, daß sich - zumindest in der Naturalökonomik - alle Substitutions-Typen auf qualitative Veränderungen der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen menschlichen Arbeit zurückführen lassen. Die Frage indessen, wodurch der technische Fortschritt gemessen werden kann, ist jedoch - auch bei lediglich güterwirtschaftlicher Betrachtung der Zusammenhänge - noch nicht beantwortet. Es läßt sich wohl sagen, daß eine Veränderung des Produktionsverfahrens i.w.S., also eine qualitative Veränderung des Faktors unmittelbare Arbeit, eine notwendige Bedingung für einen im Prozeß der Gütererzeugung des betrachteten Industriezweigs realisierten technischen Fortschritt darstellt. Ein hinreichendes Kriterium für einen solchen ist indessen noch nicht hergeleitet. Anders ausgedrückt muß die Frage beantwortet werden, ob jede Intra-Faktorsubstitution und jede Verfahrens-Substitution i.w.S. mit einem technischen Fortschritt im naturalökonomischen Sinne verbunden ist.

Eine Meßziffer für den technischen Fortschritt im naturalökonomischen Sinne ist nur dann hinreichend, wenn mit ihrer Hilfe alle seine Merkmale sinnvoll erfaßt und beschrieben werden können. Zwei dieser Eigenschaften des technischen Fortschritts sind schon erwähnt; es sind dies die Tatsache, daß mit dem technischen Fortschritt eine Veränderung des Produktionsverfahrens einhergeht, und der Umstand, daß sich der technische Fortschritt in der Naturalökonomik vollständig auf qualitative Veränderungen der im Produktionsprozeß ver-

einigten lebendigen Arbeit zurückführen läßt. In der Sozialökonomik wird dem technischen Fortschritt darüber hinaus noch die Eigenschaft zuerkannt, daß im Falle seiner Wirksamkeit - unter sonst gleichbleibenden Bedingungen - die Produktionskosten je Erzeugniseinheit zurückgehen. [1] Legt man die naturalökonomische Betrachtungsweise an, abstrahiert also von den Wirkungen, die von Preisveränderungen ausgehen (faktorpreisinduzierte Inter-Faktorsubstitution), dann wird man in Analogie allgemein sagen können: Ein technischer Fortschritt (im naturalökonomischen Sinne) liegt dann vor, wenn die Summe aus den naturalökonomischen personellen Aufwendungen, die nicht Unternehmerleistung sind, und aus den naturalökonomischen sachlichen Aufwendungen des Produktionsprozesses weniger schnell zunimmt als der Güterausstoß, also das Produkt aus physikalischer Gütermenge und Qualitätsveränderung der Erzeugnisse. Es ist offensichtlich, daß eine sachliche relative Ersparnis an Aufwendungen nur eintreten kann, wenn das Produktionsverfahren i.w.S. verbessert, also das Qualitätsniveau der vereinigten Arbeit angehoben wird. Das bedeutet aber nicht, daß jede Zunahme der vereinigten Arbeitsqualität zu einer relativen Minderung des personellen und sachlichen Aufwands zu führen braucht. Technischer Fortschritt im naturalökonomischen Sinne liegt also dann und nur dann vor, wenn eine relative Ersparnis an Aufwendungen gegenüber der ausgebrachten eigenen Leistung des betrachteten Industriezweigs gegeben ist. Das Produktionsverfahren muß also im naturalökonomischen Sinne wirtschaftlicher betrieben werden, wenn die im Prozeß realisierte Technik fort-

---

1) Vgl. Ott, A.E., a.a.O., S. 308

schreiten soll.

Der Aufwand an abhängiger Arbeit (personeller Aufwand) entwickelt sich wie die naturalökonomische Leistung der im Produktionsbereich unselbständig Beschäftigten und der Aufwand an Sachgütern (vgl. (43) gemäß der Funktion $c_t = c_o C(t)$. Beachtet man (45), so läßt sich für die relativ zeitliche Entwicklung der Aufwandssumme schreiben:

$$(64)\quad K(t) = \frac{l_o \psi_A(t) + c_o C(t)}{l_o + c_o} = \frac{l_o \sigma_A(t) \alpha_A(t) H_A(t) + c_o C(t)}{l_o + c_o},$$

wenn außerdem noch (48) berücksichtigt wird.

Die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses vergrößert sich, wenn der Kehrwert des aus den relativen zeitlichen Veränderungen der Aufwandssumme K(t) und des Nettoproduktes N(t) gebildeten Quotienten, der Kehrwert der relativen zeitlichen Veränderung des qualifizierten Stückaufwands, zunimmt. Die W i r t s c h a f t l i c h k e i t der Produktionsweise im güterwirtschaftlichen Sinne ist demnach in Verbindung mit (64) und (2):

$$(65)\quad \vartheta(t) = \frac{N(t)}{K(t)} = \frac{(l_o + c_o)\, \sigma(t) H_A(t)}{l_o \sigma_A(t)\, \alpha_A(t) H_A(t) + c_o C(t)}.$$

Nach Differentation von (65) nach der Zeit ergibt sich:

$$(66)\quad \dot{\vartheta}(t) = \frac{(l_o + c_o)\left\{c_o\left[(\dot{\sigma} H_A + \sigma \dot{H}_A) C - H_A \dot{C}\right] - l_o\left[\dot{\alpha}_A \sigma_A \sigma + (\dot{\sigma}_A \sigma - \sigma_A \dot{\sigma}) \alpha_A\right] H_A^2\right\}}{\left(l_o \sigma_A \alpha_A H_A + c_o C\right)^2}$$

Das notwendige und hinreichende Kriterium hierfür, daß ein technischer Fortschritt im naturalökonomischen Sinne vorliegt, besteht in einer Zunahme der Wirtschaft-

lichkeitsfunktion $\vartheta(t)$. Im Falle einer naturalökonomisch-technischen Verbesserung des Produktionsverfahrens muß also $\dot{\vartheta}(t) > o$ sein.

Aus (66) folgt nun $\dot{\vartheta}(t) \gtreqless o$, wenn

$$(67)\ \dot{x}_A + \frac{\dot{\sigma}_A \sigma - \sigma_A \dot{\sigma}}{\sigma_A \sigma} x_A \gtreqless \frac{c_o}{t_o} \cdot$$

$$\frac{(\dot{\sigma} H_A + \sigma \dot{H}_A)\ C - \sigma H_A \dot{C}}{\sigma_A\ \sigma H_A^2} \quad \text{ist.}$$

Der Vergleich von (62) - in Verbindung mit (51) - mit (67) zeigt, daß zwischen der Qualitätsveränderung der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit und der Entwicklung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens und insofern dem technischen Fortschritt keineswegs einfache Beziehungen bestehen.[1] Man kann - sind Qualitätsverbesserungen der abhängigen Arbeit zugelassen - im allgemeinen weder eine Gleichläufigkeit noch eine Gegenläufigkeit der Entwicklungen beider Relationen behaupten. Will man den Zusammenhang zwischen vereinigter Arbeitsqualität und technischem Fortschritt im einzelnen untersuchen, so ist man gezwungen, eine ausgedehnte Reihe typischer Fälle zusammenzustellen. Dies soll im folgenden unter 331 220 geschehen, wo gleichzeitig unter den einschränkenden Bedingungen einer qualitativen Zeitinvarianz der Sachgüter und des constant returns-Falles die Auswirkun-

1) Noch komplizierter werden die Zusammenhänge, wenn man auf einen Vergleich zwischen der Qualitätsveränderung der vereinigten Arbeit und der Wirtschaftlichkeit des Prozesses im geldwirtschaftlichen Sinne oder der Rentabilität abstellt. - Um Mißverständnisse auszuräumen, sei am Rande vermerkt, daß die sozialökonomische Wirtschaftlichkeit als Kehrwert der relativen zeitlichen Veränderung der Produktionskosten je Gütermengeneinheit und die Rentabilität als Verhältnis von Gewinnsumme zu gesamtinvestiertem Vermögen verstanden wird.

gen von Verfahrensveränderungen auf die relative zeitliche Entwicklung der Kapitalkoeffizienten und der übrigen Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes untersucht werden.

Zuvor sei jedoch noch auf folgendes hingewiesen:

Es ist gezeigt, daß die Verfahrens-Substitution i.w.S. und die Intra-Faktorsubstitution eine notwendige Voraussetzung dafür sind, daß ein technischer Fortschritt im naturalökonomischen Sinne zustande kommt. Dabei gehen in die Verfahrens-Substitution i.w.S. diejenige im engeren Sinne und die (nicht-faktorpreisinduzierte) Inter-Faktorsubstitution ein. Letztere kann als spezieller Fall der Verfahrens-Substitution angesehen werden. Das bedeutet, daß bei Anlegen der naturalökonomischen Betrachtungsweise eine Isolierung von Verfahrens- und Inter-Faktorsubstitution nicht möglich ist. Eine analytische Unterscheidung zwischen Bewegungen a u f einer Produktionsfunktion (Inter-Faktorsubstitution) und shifts d e r Produktionsfunktion (Verfahrens- und Intra-Faktorsubstitution) gelingt daher in der Naturalökonomik nicht. In der Sozialökonomik muß gedanklich die nicht-faktorpreisinduzierte von der faktorpreisinduzierten Inter-Faktorsubstitution getrennt werden. Die Inter-Faktorsubstitution ist somit bei geldwirtschaftlicher Betrachtungsweise eine komplexe Erscheinung. Gelingt ihre Isolierung naturalökonomisch nicht, dann ist sie erst recht sozialökonomisch nicht möglich, es sei denn, man beschränkt sich auf den neutralen technischen Fortschritt und läßt die nicht-faktorpreisinduzierte Inter-Faktorsubstitution nicht zu.[1)] Insofern stehen die im Zusammenhang mit dem technischen Fortschritt über die

---

1) Vgl. Walter, H., a.a.O., S. 113

Qualitätsveränderungen der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit gewonnenen Aussagen im völligen Einklang mit den Ergebnissen der recht umfangreichen Kontroverse um das mit dem technischen Fortschritt und der Faktorsubstitution verbundene Identifikationsproblem.

Von diesem speziellen Problem abgesehen, zeigen die Überlegungen zur Messung der Qualitätsveränderung der im Produktionsprozeß wirksamen lebendigen Arbeit, daß der Entwicklung des Bruttoproduktes bei der Beurteilung der Verhältnisse im Produktionskreislauf eines einzelnen Industriezweiges nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zukommt. Sollen die Zusammenhänge innerhalb einer Volkswirtschaft analysiert werden, so wird man dagegen auf die Erfassung des Bruttoproduktes nicht verzichten können. Das bedeutet, daß sich das Problem einer Messung der Arbeitsqualitäten bzw. ihrer Veränderungen anders stellt, wenn man es anstatt mit einem einzelnen Wirtschaftszweig mit einer Volkswirtschaft insgesamt zu tun hat. Die formale Ermittlung der Veränderung der Arbeitsqualitäten einer Volkswirtschaft würde aber den Rahmen dieser Untersuchung sprengen.

331 220 Die Wirkungen der Verfahrens-Substitution auf die Grundgrößen und die Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes

Die Ursachen einer Verbesserung der Arbeitsqualität der Selbständigen und der Unselbständigen wie ihre Wirkungen auf die Entwicklung der Grundgrößen und der Strukturkoeffizienten des Produktionsprozesses sind mannigfaltig. Um die Vielfalt der möglichen Zusammenhänge formal ordnen zu können, soll von den Ursachen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors lebendige

Arbeit abgesehen und nur die unterschiedliche Wirkung seiner Qualitätsveränderung auf einige wenige Relationen als oberstes Einteilungsmerkmal benutzt werden. Zur Vereinfachung der Gedankenführung wird wieder die "Isoliermethode" angewandt. Es wird unterstellt, daß die Qualitäten der Sachgüter zeitinvariant bleiben, daß also nur Verfahrens-Substitutionen im beschriebenen Sinne stattfinden. Außerdem werden die Überlegungen auf den constant returns-Fall und - wie auf S.45 schon vereinbart, auf eine unveränderliche Maschinenstückzahl beschränkt. Die Auswahl der Beziehungsgrößen $\sigma(t)$ und $\psi(t)$, die sich innerhalb gewisser Grenzen der Betrachtung gegenseitig bedingen, soll dabei das heuristische Prinzip der Systematisierung bilden.

Unter den gegebenen einschränkenden Bedingungen kann der Zusammenhang zwischen den Relationen $\sigma(t)$ und $\psi(t)$ in formaler Hinsicht dreifacher Art sein. Erstens ist es möglich, daß bei sich verändernder Qualität der lebendigen Arbeit die Beziehungsgrößen $\sigma(t)$ und $\psi(t)$ im Zeitablauf konstant bleiben. Dies ist der Fall, wenn keine werteschaffende Qualitätsveränderungen der Arbeit eintreten. Zweitens kann bei zeitinvarianter statistischer Maschineneffizienz ($\psi(t) \equiv 1$) der Quotient $\sigma(t)$ monoton zu- oder abnehmen. Es wird sich zeigen, daß diese Variante ökonomisch-sachlich eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte bedeutet, die durch werteschaffende Qualitätsverbesserungen der abhängigen oder/und der selbständigen Arbeit ausgelöst werden kann. Drittens ist es denkbar, daß eine Verbesserung der werteschaffenden Arbeitsqualität und damit eine durch diese bewirkte Steigerung der statistischen Arbeitsergiebigkeit - ceteris paribus - eine Zunahme der statistischen Maschineneffizienz im gleichen Ausmaße induziert. D.h., neben $\sigma(t)$ tritt auch $\psi(t)$ in direkte Abhängigkeit von der Zeit.

351 221 $\sigma(t) \equiv \Psi(t) \equiv 1$

Zuerst soll die Untergruppe von Modellen untersucht werden, die durch eine identische Konstanz der Größe $\sigma(t)$ charakterisiert ist. Es wird darüber hinaus angenommen, daß keinerlei werteschaffenden Qualitätsveränderungen der lebendigen Arbeit gegeben sind.[1] Das bedeutet, daß das Nettoprodukt des Produktionsprozesses während der Dauer der Beobachtungsperiode nur nach Maßgabe der eingesetzten (physikalischen) Arbeitsmenge zunehmen kann. Über die wertesparenden Qualitäten des Faktors Arbeit sind dagegen keine einschränkenden Bedingungen gesetzt. Eine Verbesserung der Arbeitsqualitäten kann sich infolgedessen (vgl. Tabelle 5) nur in einer qualitativen Verbesserung der erstellten Produkte oder/und in einer Verringerung des Aufwandes an sachlichen Produktionsmitteln gegenüber dem erzeugten Gütervolumen auswirken.

Als erstes Modell soll dasjenige betrachtet werden, das dadurch festgelegt ist, daß bei konstanter wertesparender Qualität der abhängigen Arbeit eine qualitative Verbesserung der erzeugten Produkte durch eine ein- oder mehrmalige Wiederholung des Bearbeitungsprozesses erreicht wird. Gedacht ist etwa an eine Geweberauherei, deren Erzeugnisse im Laufe der Zeit einer zweiten oder dritten Passage unterzogen und dadurch gegenüber ihrem früheren Zustand qualitativ besser werden. Verbessert

---

1) Wegen (52) ergibt sich für $\sigma(t) \equiv 1$

$\sigma_A(t) \equiv \frac{h_o+1}{h_o+\sigma_u(t)}$ für alle t. Daher im Einklang mit der Isoliermethode diese zusätzliche Bedingung.

sich unter den gegebenen Voraussetzungen die Qualität der (physikalischen) Mengeneinheit des Ausstoßes, so muß die mengenmäßige Ausbringung in ihrer Entwicklung ($\mathcal{H}(t)$) notwendig hinter der Expansion der Arbeitsmenge $A(t)\ \bar{H}_A(t)$ zurückbleiben. Das zwischen Arbeitsmenge der Unselbständigen und dem physikalischen Ausstoß entstehende Gefälle wird durch die Qualitätsverbesserung der (physikalischen) Erzeugniseinheit $\nu_1(t)$[1] ausgeglichen. Es ist infolgedessen $N(t) = A(t) \cdot \bar{H}_A(t) = \nu_1(t)\mathcal{H}(t)$. In diesem Fall wird der Rohstoffverbrauch nur in Übereinstimmung mit der Erweiterung des Mengenausstoßes steigen $\mathcal{H}(t)$. Wie das Nettoprodukt $N(t) = \nu_1(t)\ \mathcal{H}(t)$ und infolgedessen wie die Arbeitsmenge der Unselbständigen entwickeln sich dagegen die Gesamtlaufzeit der Maschinen $H_M(t)$[2], die den Maschinenverschleiß und die Höhe der vorzunehmenden Ersatzinvestitionen an Maschinen ($R(t) \equiv H_M(t)$) bestimmt[3], der Verbrauch an Energie ($E(t) \equiv H_M(t) \equiv N(t)$) und der physische Aufwand an Baulichkeiten des Betriebs, der unter diesen Bedingungen ebenfalls durch die Gesamtlaufzeit der Maschinen (Ausmaß der Erschütterungen) festgelegt ist. Damit ist auch die Entwicklung aller hier berücksichtigten sachlichen Aufwandsströme gegeben. Es ist also:

$$C(t) = \frac{\left[(c_o - f_o)\ \nu_1(t) + f_o\right]\ H_A(t)}{c_o \nu_1(t)} \quad \text{vgl. (42).}$$

---

1) Für diese Art nettoproduktswirksamer Qualitätsverbesserung der Produkte durch Wiederholung des Bearbeitungsprozesses der Rohstoffe wird zur Unterscheidung von anderen nettoproduktswirksamen qualitativen Verbesserungen der Erzeugnisse $\nu_1(t)$ geschrieben.

2) Daher ist (vgl. (6)) $\psi(t) \equiv 1$

3) Es wird der constant returns-Fall betrachtet.

Der Sachgüteraufwand entwickelt sich also - wie leicht zu sehen ist - relativ weniger schnell als das naturalökonomische Volumen des Güterausstoßes $x_1(t)$ $\mathcal{N}(t)$.

Für die relative zeitliche Entwicklung aller in den Prozeß einmündenden Leistungen, die nicht Unternehmerleistung sind, ergibt sich wegen

$\sigma_A(t) \equiv \varkappa_A(t) \equiv 1$ gemäß (64):

$$K(t) = \frac{\left[(l_o+c_o-f_o)\, x_1(t) + f_o\right] H_A(t)}{(l_o+c_o)\, x_1(t)} .$$

Infolgedessen entwickelt sich (vgl. (65)) die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens gemäß:

$$\nu(t) = \frac{(l_o+c_o)\, x_1(t)}{(l_o+c_o-f_o)x_1(t)+f_o} \quad \text{mit } \dot{\nu}(t) \gtreqless o,$$

je nachdem $\dot{x}_1(t) \gtreqless o$ ist.

Bei qualitativer Verbesserung der Fertigprodukte ($\dot{x}_1(t)>o$ für alle $t = o$) liegt in diesem Falle also ein technischer Fortschritt in naturalökonomischem Sinne, ausgelöst durch eine Verfahrens-Substitution, vgl.

Die wertesparende Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit ist (vgl. (57) demnach:

$$\varkappa_u(t) = \frac{(c_o+h_of_o)x_1(t) - h_of_o}{(c_o-f_o)x_1(t) + f_o} \quad \text{mit } \dot{\varkappa}_u(t) \gtreqless o,$$

je nachdem $\dot{x}_1(t) = o$ ist.

Verbessert sich die n e t t o p r o d u k t s w i r k s a m e Qualität der Fertigerzeugnisse durch Wiederholung des Bearbeitungsprozesses der Rohstoffe, so ist

also eine wertesparende Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit gegeben. Dagegen bleibt nach Voraussetzung die werteschaffende Qualität dieser Arbeit unverändert. Die gesamte naturalökonomische Unternehmerleistung entwickelt sich somit, da eine Konstanz der Qualität der abhängigen Arbeit unterstellt ist, wie das Produkt aus ihrer wertesparenden Qualitätsverbesserung und dem Nettoproduktzuwachs, wobei letzterer der Expansion der Arbeitsmenge der Unselbständigen entspricht ($\dot{\alpha}(t) = \varkappa_u(t) H_A(t)$; vgl. (61)).

Da die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen wie der Kehrwert der Ersatzinvestitionen abnimmt - es ist ja Unveränderlichkeit der Struktur des Maschinenbestandes und der Maschinenstückzahl vorausgesetzt - und der Ausnutzungsgrad der Maschinen wie ihre Gesamtlaufzeit zunimmt, bleibt der bereinigte Kapitalkoeffizient zeitinvariant, während der unbereinigte Kapitalkoeffizient wie die Umschlagsperiode der Maschinen, also wie der Kehrwert des Nettoproduktes abnimmt (vgl. hierzu auch Tabelle 1, Spalte 1). Wie der bereinigte Kapitalkoeffizient bleiben auch Maschinenzuteilung $\xi(t)$, Anzahl der vorhandenen Arbeitsplätze P(t) und Kapitalintensität $\mu(t)$ konstant.

Momentan ist - von der qualitativen Konstanz aller Sachgüter und von der Unveränderlichkeit der Maschinenstückzahl abgesehen - unterstellt, daß die werteschaffenden Qualitäten der beiden hier unterschiedenen Arbeitsarten und die wertesparende Qualität der abhängigen Arbeit zeitinvariant bleiben sollen. Eine Verbesserung des Produktionsverfahrens durch Verfahrens-Substitution ist also nur möglich, wenn die Qualität der Erzeugnisse verbessert wird oder wenn die Unternehmer bei unver-

änderter Art und Güte der Produkte den Sachgüteraufwand gegenüber dem (mengenmäßigen) Güterausstoß durch Rationalisierungsmaßnahmen vermindern. Wird auf eine direkte Einflußnahme auf den Sachgüterverbrauch verzichtet, dann kann unter den gegebenen Bedingungen eine Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse - von dem bereits behandelten Fall abgesehen - auch dadurch zustande kommen, daß mehr Sorgfalt auf die Bearbeitung der Rohstoffe verwendet und dadurch ein höherwertiges Produkt erstellt wird. In diesem Falle steigt der Bearbeitungsgrad der Rohstoffe, ohne daß die Anzahl der maschinellen Bearbeitungsvorgänge verändert zu werden braucht. Man kann deshalb von einer Zunahme der Bearbeitungsintensität im Gegensatz zu der vorstehend erörterten Erweiterung des Bearbeitungsprozesses durch Wiederholung des Bearbeitungsvorganges sprechen. Die zunehmende Bearbeitungsintensität wirkt sich allein auf den Einsatz der abhängigen Arbeit aus. Das bedeutet, daß auf die Herstellung der Mengeneinheit der Ausbringung um die Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse mehr Arbeitszeit aufgewendet werden muß als vor dem so definierten Wandel der Produktionsweise. Der Verbrauch an Sachgütern je Mengeneinheit des Güterausstoßes wird jedoch von dieser Verfahrens-Substitution nicht berührt. Er nimmt also wie vor der Veränderung des Produktionsverfahrens weiterhin wie die mengenmäßige Erzeugung zu. Diese entwickelt sich in diesem einfachen Falle wie der auf der relativen zeitlichen Veränderung der abhängigen Arbeitsmenge $H_A(t)$ und der Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse durch Intensivierung der Bearbeitung $v_2(t)$ gebildete Quotient ($\mathcal{H}(t) = H_A(t) \cdot v_2^{-1}(t)$. Infolgedessen ergibt sich für die Funktion K(t):

$$K(t) = \frac{(l_o\, v_2(t)+c_o)H_A(t)}{(l_o+c_o)\, v_2(t)} \cdot$$

Die wertesparende Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit, auf welche diese relative Ersparnis an Sachgütern zurückzuführen ist, entwickelt sich gemäß:

$$\varkappa_u(t) = (h_o+1)\ \Upsilon_2(t) - h_o \text{ mit } \dot{\varkappa}_u(t) \gtreqless o, \text{ wenn}$$

$$\dot{\Upsilon}_2(t) \gtreqless o \text{ ist.}$$

Unter sonst gleichen Bedingungen, insbesondere bei gleichem Qualitätszuwachs der Fertigerzeugnisse wie bei der Wiederholung des Bearbeitungsprozesses, nimmt also die Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit in diesem Falle schneller zu als in jenem. - Mit dem Vergleich dieser beiden Varianten ist gezeigt, daß sich mit den vorgeschlagenen Meßziffern die Qualitätsveränderungen der Arbeit wenigstens proportionsgerecht abbilden lassen. -

Die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit dieses Produktionsverfahrens ergibt sich zu:

$$\vartheta(t) = \frac{(l_o+c_o)\ \Upsilon_2(t)}{l_o\ \Upsilon_2(t) + c_o} \quad \text{mit } \dot{\vartheta}(t) \gtreqless o, \text{ wenn}$$

$$\dot{\Upsilon}_2(t) \gtreqless o \text{ ist.}$$

Auch eine Verfahrens-Substitution dieser Art bedeutet somit einen technischen Fortschritt, solange die Bearbeitungsintensität der Rohstoffe und mit ihr die Qualität der erzeugten Produkte zunimmt.

Mit Ausnahme der Umschlagsperiode der Maschinen, die sich in diesem Modell wie der Kehrwert der Ersatzinvestitionen, also gemäß $\Upsilon_2(t)H_A^{-1}(t)$ entwickelt, und der produktionsbezogenen Unternehmerleistung, deren relative zeitliche Veränderung sich zu $\dot{\mathcal{L}}(t) = [(h_o+1)\cdot \Upsilon_2(t) - h_o]H_A(t)$ ergibt, stimmen die übrigen Struktur-

koeffizienten in ihren Zuwachsraten mit denjenigen des Modells einer ausschließlichen Wiederholung des Bearbeitungsprozesses überein.

Eine Veränderung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens und eine solche der wertesparenden Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit brauchen indessen nicht in jedem Falle einer im Rahmen der augenblicklich geltenden Bedingungen möglichen Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse einzutreten. Gedacht ist etwa - und damit soll die dritte Variante dieser Untergruppe von Modellen behandelt werden - an den unter sonst gleichen Bedingungen vorgenommenen Übergang zur Herstellung von in Kette und Schuß dichteren Geweben in der Weberei. Hier besteht die naturalökonomische Qualitätsverbesserung gerade in der zunehmenden Gewebedichte, also in einer unter den geltenden einschränkenden Prämissen möglichen Erzeugung von Produktion andersartiger Konstruktion. Eine nettoproduktswirksame Qualitätsverbesserung der Fertigerzeugnisse dieser Art, die mit dem Symbol $V_3(t)$ gekennzeichnet sein soll, wirkt sich nicht in einem gegenüber der Wertschöpfung zu- oder abnehmenden Rohstoffverbrauch aus. Auch alle übrigen Sachaufwendungen müssen sich in diesem Falle in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt entwickeln. Da dieses - werteschaffende Qualitätsveränderungen der vereinigten Arbeit sind ja nicht zugelassen - nur im selben Tempo wie die (physikalische) Arbeitsmenge der abhängig Beschäftigten expandieren kann, nimmt auch die Summe aller Input-Ströme, die nicht Unternehmerleistung sind, relativ wie die eigene Leistung des Industriezweiges zu ($K(t) \equiv N(t)$ für alle nicht negativen t). Weil die wertesparende Qualität der Unternehmerarbeit zeitinvariant bleibt, stimmen außerdem die Zuwachsraten von Unternehmerleistung und Nettoprodukt

Tabelle 6

Die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl und unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\sigma(t) = \Psi(t) = 1$

a) Netoprodukts bezogene Qualitätsveränderung d erstellten Produkte bei zeitinvarianter Qualität d abhängigen Arbeit

Grundgrossen mit Strukturkoeffizienten	qualitative Verbesserung der Erzeugnisse durch			
	Wiederholung des Bearbeitungsprozesses d Rohstoffe	Intensivierung des Bearbeitgsprozesses der Rohstoffe	Veränderung der Konstruktion der Erzeugnisse	Kombinationen dieser drei Möglichkeiten
$M(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$v(t)$	$v_1(t)$	$v_2(t)$	$v_3(t)$	$v_1(t)\, v_2(t)\, v_3(t)$
$H(t)$	$H_A(t)\, v_1^{-1}(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)\, v_3^{-1}(t)$	$H_A(t)\, v_1^{-1}(t)\, v_2^{-1}(t)\, v_3^{-1}(t)$
$\sigma_A(t)$	1	1	1	1
$R(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$
$D(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$
$E(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$
$F(t)$	$H_A(t)\, v_1^{-1}(t)$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\, v_1^{-1}(t)\, v_2^{-1}(t)$
$C(t)$	$\frac{[(c_0-f_0)v_1(t)+f_0]\, H_A(t)}{c_0 v_1(t)}$	$H_A(t)\, v_2^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$\frac{[(c_0-f_0)v_1(t)+f_0]\, H_A(t)}{c_0 v_1(t)\, v_2(t)}$
$\alpha_A(t)$	1	1	1	1
$\beta_A(t)$	1	1	1	1
$\gamma_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\sigma_u(t)$	1	1	1	1
$\alpha_0(t)$	$\frac{(c_0+f_0h_0)v_1(t)-f_0h_0}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$	$(h_0+1)v_2(t)-h_0$	1	$\frac{[c_0(h_0+1)v_2(t)-h_0(c_0-f_0)]v_1(t)-f_0h_0}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$
$\beta_0(t)$	$\frac{(c_0+f_0h_0)v_1(t)-f_0h_0}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$	$(h_0+1)v_2(t)-h_0$	1	$\frac{[c_0(h_0+1)v_2(t)-h_0(c_0-f_0)]v_1(t)-f_0h_0}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$
$x(t)$	$\frac{c_0 v_1(t)}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$	$v_2(t)$	1	$\frac{c_0 v_1(t)\, v_2(t)}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$
$\xi(t)$	$\frac{[(c_0+f_0h_0)v_1(t)-f_0h_0]\, H_A(t)}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$	$[(h_0+1)v_2(t)-h_0]\, H_A(t)$	$H_A(t)$	$\frac{\{[c_0(h_0+1)v_2(t)-h_0(c_0-f_0)]v_1(t)-f_0h_0\}\, H_A(t)}{(c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$
$K(t)$	$\frac{[(h_0+c_0-f_0)v_1(t)+f_0]\, H_A(t)}{(h_0+c_0)\, v_1(t)}$	$\frac{(h_0 v_2(t)+c_0)\, H_A(t)}{(h_0+c_0)\, v_2(t)}$	$H_A(t)$	$\frac{[(h_0 v_2(t)+c_0-f_0)v_1(t)+f_0]\, H_A(t)}{(h_0+c_0)\, v_1(t)\, v_2(t)}$
$\vartheta(t)$	$\frac{(h_0+c_0)\, v_1(t)}{(h_0+c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$	$\frac{(h_0+c_0)\, v_2(t)}{h_0 v_2(t)+c_0}$	1	$\frac{(h_0+c_0)\, v_1(t)\, v_2(t)}{(h_0 v_2(t)+c_0-f_0)v_1(t)+f_0}$
$T(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$v_2(t)\, H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$v_2(t)\, H_A^{-1}(t)$
$\Delta(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$
$H_M(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$N(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\eta(t)$	1	1	1	1
$\varphi(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$
$\zeta(t)$	1	1	1	1
$P(t)$	1	1	1	1
$\lambda(t)$	1	1	1	1

Fortsetzung der Tabelle 6

b) direkte Einflussnahme der Unternehmer auf den Sachgüterverbrauch bei konstanter Qualität der abhängigen Arbeit und unveränderlicher Qualität der erzeugten Produkte

Grundgrössen und Strukturkoeffizienten	wertesparende Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit durch direkte Einflussnahme auf den:				
	Rohstoffeinsatz	Energieverbrauch	Gebäudeaufwand	Maschinenverschleiss	sachlichen Aufwand insgesamt
$N(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$V(t)$	1	1	1	1	1
$\mathcal{Z}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\sigma_A(t)$	1	1	1	1	1
$\lambda(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\beta}^{-1}(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\beta}^{-1}(t)$
$D(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\beta}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\beta}^{-1}(t)$
$E(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\beta\varepsilon}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\varepsilon}^{-1}(t)$
$F(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\varphi}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,\chi_{\alpha\varphi}^{-1}(t)$
$C(t)$	$\dfrac{[(c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0]\,H_A(t)}{c_0\,\chi_{\alpha\varphi}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon]\,H_A(t)}{c_0\,\chi_{\alpha\varepsilon}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0]\,H_A(t)}{c_0\,\chi_{\alpha\beta}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0]\,H_A(t)}{c_0\,\chi_{\alpha\beta}(t)}$	$\dfrac{(\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi})\,H_A}{c_0\,\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}}$
$\chi_A(t)$	1	1	1	1	1
$\tilde{\chi}_A(t)$	1	1	1	1	1
$\varphi_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\sigma_a(t)$	1	1	1	1	1
$\chi_a(t)$	$\dfrac{(c_0+f_0d_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)-f_0d_0}{(c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{(c_0+c_\varepsilon d_0)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)-c_\varepsilon d_0}{(c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon}$	$\dfrac{(c_0+d_0d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-d_0d_0}{(c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{(c_0+h_0\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-h_0\tau_0}{(c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0(h_0+1)\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}-h_0(\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon})}{\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}}$
$\tilde{\chi}_a(t)$	$\dfrac{(c_0+f_0d_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)-f_0d_0}{(c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{(c_0+c_\varepsilon d_0)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)-c_\varepsilon d_0}{(c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon}$	$\dfrac{(c_0+d_0d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-d_0d_0}{(c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{(c_0+h_0\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-h_0\tau_0}{(c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0(h_0+1)\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}-h_0(\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon})}{\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}}$
$\chi(t)$	$\dfrac{c_0\chi_{\alpha\varphi}(t)}{(c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0\chi_{\alpha\varepsilon}(t)}{(c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon}$	$\dfrac{c_0\chi_{\alpha\beta}(t)}{(c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0\chi_{\alpha\beta}(t)}{(c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}}{\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}}$
$\tilde{\chi}(t)$	$\dfrac{[(c_0+f_0h_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)-f_0h_0]\,H_A(t)}{(c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{[(c_0+c_\varepsilon h_0)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)-c_\varepsilon h_0]\,H_A(t)}{(c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon}$	$\dfrac{[(c_0+d_0h_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-d_0h_0]\,H_A(t)}{(c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{[(c_0+h_0\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)-h_0\tau_0]\,H_A(t)}{(c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{[c_0(h_0+1)\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}-h_0(\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon})]\,H_0}{\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}}$
$K(t)$	$\dfrac{[(l_0+c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0]\,H_A(t)}{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)}$	$\dfrac{[(l_0+c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon]\,H_A(t)}{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)}$	$\dfrac{[(l_0+c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0]\,H_A(t)}{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\beta}(t)}$	$\dfrac{[(l_0+c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0]\,H_A(t)}{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\beta}(t)}$	$\dfrac{(l_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon})\,H_A}{(l_0+c_0)\,\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}}$
$\vartheta(t)$	$\dfrac{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)}{(l_0+c_0-f_0)\chi_{\alpha\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)}{(l_0+c_0-c_\varepsilon)\chi_{\alpha\varepsilon}(t)+c_\varepsilon}$	$\dfrac{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\beta}(t)}{(l_0+c_0-d_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\beta}(t)}{(l_0+c_0-\tau_0)\chi_{\alpha\beta}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{(l_0+c_0)\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}}{l_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+\tau_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+d_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}\chi_{\alpha\varphi}+c_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varphi}+f_0\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\beta}\chi_{\alpha\varepsilon}}$
$T(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$\chi_{\alpha\beta}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$\chi_{\alpha\beta}(t)\,H_A^{-1}(t)$
$\Delta(t)$	$\tilde{H}(t)$	$\tilde{H}(t)$	$\tilde{H}(t)$	$\tilde{H}(t)$	$\tilde{H}(t)$
$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$W(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\eta(t)$	1	1	1	1	1
$\gamma(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$
$\xi(t)$	1	1	1	1	1
$P(t)$	1	1	1	1	1
$L(t)$	1	1	1	1	1

Fortsetzung der Tabelle 6

c) *Beeinflussung des Sachgüterverbrauchs durch wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit bei zeitinvarianter Qualität der Unternehmerarbeit und unveränderlicher Qualität der erzeugten Produkte*

Grundgrössen und Strukturkoeffizienten	*wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit wirkt ein auf den:*				
	Rohstoffeinsatz	*Energieverbrauch*	*Gebäudeaufwand*	*Maschinenverschleiss*	*sachlichen Aufwand insgesamt*
$N(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$M(t)$	1	1	1	1	1
$X(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\sigma_A^{-1}(t)$	1	1	1	1	1
$R(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\beta}^{-1}(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\beta}^{-1}(t)$
$D(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\beta}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\beta}^{-1}(t)$
$E(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\varepsilon}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\varepsilon}^{-1}(t)$
$F(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\varphi}^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)\,x_{\lambda\varphi}^{-1}(t)$
$C(t)$	$\dfrac{[(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0]H_A(t)}{c_0\,x_{\lambda\varphi}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0]H_A(t)}{c_0\,x_{\lambda\varepsilon}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0]H_A(t)}{c_0\,x_{\lambda\beta}(t)}$	$\dfrac{[(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0]H_A(t)}{c_0\,x_{\lambda\lambda}(t)}$	$\dfrac{(\tau_0 x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon})H_A}{c_0\,x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}}$
$\alpha_A(t)$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varphi}(t)}{(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varepsilon}(t)}{(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}(t)}{(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\lambda}(t)}{(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0\,x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}}{\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}}$
$\gamma_A(t)$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varphi}(t)}{(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varepsilon}(t)}{(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}(t)}{(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\lambda}(t)}{(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0\,x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}}{\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}}$
$\psi_A(t)$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varphi}(t)H_A(t)}{(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varepsilon}(t)H_A(t)}{(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}(t)H_A(t)}{(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\lambda}(t)H_A(t)}{(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0\,x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}H_A}{\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}}$
$\sigma_0(t)$	1	1	1	1	1
$\alpha_0(t)$	1	1	1	1	1
$\gamma_0(t)$	1	1	1	1	1
$\chi(t)$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varphi}(t)}{(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varepsilon}(t)}{(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}(t)}{(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\lambda}(t)}{(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}}{\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}}$
$\delta(t)$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varphi}(t)H_A(t)}{(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\varepsilon}(t)H_A(t)}{(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\beta}(t)H_A(t)}{(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0}$	$\dfrac{c_0x_{\lambda\lambda}(t)H_A(t)}{(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0}$	$\dfrac{c_0\,x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}H_A}{\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}}$
$K(t)$	$\dfrac{\{l_0c_0x_{\lambda\varphi}^2(t)+[(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0]^2\}H_A(t)}{(l_0+c_0)[(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0]x_{\lambda\varphi}(t)}$	$\dfrac{\{l_0c_0x_{\lambda\varepsilon}^2(t)+[(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0]^2\}H_A(t)}{(l_0+c_0)[(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0]\,x_{\lambda\varepsilon}(t)}$	$\dfrac{\{l_0c_0x_{\lambda\beta}^2(t)+[(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0]^2\}H_A(t)}{(l_0+c_0)[(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0]\,x_{\lambda\beta}(t)}$	$\dfrac{\{l_0c_0x_{\lambda\lambda}^2(t)+[(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0]^2\}H_A(t)}{(l_0+c_0)[(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0]\,x_{\lambda\lambda}(t)}$	$\dfrac{[l_0c_0x_{\lambda\beta}^2x_{\lambda\beta}^2x_{\lambda\varepsilon}^2x_{\lambda\varphi}^2+(\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon})^2]H_A}{(l_0+c_0)(\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon})x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}}$
$\vartheta(t)$	$\dfrac{(l_0+c_0)[(c_0-f_0)x_{\lambda\beta}(t)+f_0]\,x_{\lambda\varphi}(t)}{l_0c_0x_{\lambda\varphi}^2(t)+[(c_0-f_0)x_{\lambda\varphi}(t)+f_0]^2}$	$\dfrac{(l_0+c_0)[(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0]\,x_{\lambda\varepsilon}(t)}{l_0c_0x_{\lambda\varepsilon}^2(t)+[(c_0-e_0)x_{\lambda\varepsilon}(t)+e_0]^2}$	$\dfrac{(l_0+c_0)[(c_0-d_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0]\,x_{\lambda\beta}(t)}{l_0c_0x_{\lambda\beta}^2(t)+[(c_0-f_0)x_{\lambda\beta}(t)+d_0]^2}$	$\dfrac{(l_0+c_0)[(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0]\,x_{\lambda\lambda}(t)}{l_0c_0x_{\lambda\lambda}^2(t)+[(c_0-\tau_0)x_{\lambda\lambda}(t)+\tau_0]^2}$	$\dfrac{(l_0+c_0)\left(\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}\right)x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}}{l_0c_0x_{\lambda\beta}^2x_{\lambda\beta}^2x_{\lambda\varepsilon}^2x_{\lambda\varphi}^2+\left(\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}\right)^2}\cdot\dfrac{(l_0+c_0)\left(\tau_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+d_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\varphi}+c_0x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varphi}+f_0x_{\lambda\beta}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\varepsilon}\right)x_{\lambda\varepsilon}x_{\lambda\beta}x_{\lambda\lambda}x_{\lambda\varphi}}{x_{\lambda\varepsilon}(t)H_A^{-1}(t)}$
$T(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$x_{\lambda\lambda}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	
$\Delta(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$
$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$W(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\eta(t)$	1	1	1	1	1
$\Psi(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$
$\xi(t)$	1	1	1	1	1
$P(t)$	1	1	1	1	1
$\mu(t)$	1	1	1	1	1

(vgl. (53)) überein. Lediglich der etwa in m^2 gemessene Mengenausstoß $\mathcal{M}(t)$ bleibt in diesem Falle hinter der Zunahme aller wirksamen Leistungsgrößen um die Qualitätsverbesserung $\gamma_3(t)$ zurück. Die übrigen Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs entwickeln sich wie in den beiden vorstehend behandelten Modellen dieser Untergruppe.

Mit diesen drei Modellen sind alle unter den Bedingungen der qualitativen Konstanz der Sachgüter und der werteschaffenden, im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit möglichen Arten von Qualitätsverbesserungen der Erzeugnisse isoliert erfaßt. Insbesondere ist ein anderer als der erwähnte Übergang zu Produkten neuartiger Konstruktion unter den gesetzten einschränkenden Prämissen nicht realisierbar. Er würde nämlich entweder eine Veränderung der werteschaffenden Qualität der lebendigen Arbeit oder zumindest eine strukturelle und damit auch eine qualitative Veränderung des Sachgüterverbrauchs nach sich ziehen.

Die Einzelwirkungen und die Gesamtwirkung der so charakterisierten, allein auf wertesparende Qualitätsverbesserungen der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit zurückzuführenden Verfahrens-Substitutionen auf die Grundgrößen und die übrigen Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs sind in Tabelle 6a zusammengestellt.

Die Erzeugung von Gütern besserer Qualität ist jedoch nicht die einzige Möglichkeit einer Verfahrens-Substitution, die unter sonst gleichen Bedingungen wie eben bei einer originären wertesparenden Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit gegeben ist. Die Unternehmer können nämlich auch die Qualitäten der erzeugten Produkte zeitinvariant halten und durch direkte Maßnahmen eine

gegenüber dem Nettoprodukt, in diesem Falle also eine gegenüber dem mengenmäßigen Güterausstoß relative Ersparnis an Sachgütern erreichen. Dabei können sich - wenigstens theoretisch - solche "Rationalisierung"-Maßnahmen auf jede Art von Sachgüter erstrecken.

Um die Darstellung nicht über Gebühr auszudehnen, sollen die Wirkungen dieser Art originärer wertesparenden Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit ausführlich lediglich am Beispiel der relativen Einsparung an Rohstoffen aufgezeigt werden. Die Zusammenhänge, die sich aus der relativen Ersparnis der anderen Sachgüter und aus der Kombination aller unter den augenblicklich gegebenen Voraussetzungen möglichen Verfahrens-Substitutionen ergeben, sind in Tabelle 6b zusammengestellt.

Da voraussetzungsgemäß die werteschaffende Qualität der lebendigen Arbeit sich nicht verändert und die Art, die Güte und die Zusammensetzung der Produkte zeitinvariant bleiben, kann sich das Nettoprodukt nur in Übereinstimmung mit der erzeugten Gütermenge $\mathcal{N}(t)$ und nur im Einklang mit der Arbeitsmenge der abhängig Beschäftigten $H_A(t)$ entwickeln. Wird die wertesparende Qualitätsveränderung der Unternehmerarbeit - eine solche der abhängigen Arbeit ist ja an dieser Stelle nicht zugelassen - ausschließlich auf die Einsparung an Rohstoffen verwendet, so verändern sich auch die übrigen sachlichen Leistungsströme im selben Maße wie das Nettoprodukt. Die Zunahme des Rohstoffverbrauchs bleibt indessen hinter der Expansion des Mengenausstoßes zurück. Dabei ist das Gefälle zwischen der relativen zeitlichen Veränderung der Mengenproduktion an Gütern $\mathcal{N}(t) = N(t) = H_A(t)$ und derjenigen des Rohstoffeinsatzes F(t) gleich dem Quotienten $\varkappa_{u,F}(t) = H_A(t) \cdot F^{-1}(t)$, worin $\varkappa_{u,F}(t)$ für die Teilkomponente der wertesparenden Qualitätsverbesserung der

Unternehmerarbeit steht, die sich auf den Rohstoffverbrauch bezieht. Infolgedessen entwickelt sich (vgl. (55)) die wertesparende Verbesserung der Unternehmerarbeit gemäß des Ausdrucks:

$$\varkappa_u(t) = \frac{(c_o+h_of_o)\,\varkappa_{u,F}(t) - h_of_o}{(c_o-f_o)\,\varkappa_{u,F}(t) + f_o} \quad \text{mit } \dot{\varkappa}_u(t) \gtreqless o, \text{ je nachdem } \dot{\varkappa}_{u,F}(t) \gtreqless o \text{ ist.}$$

Wegen $C(t) = \dfrac{\left[(c_o-f_o)\,\varkappa_{u,F}(t)+f_o\right] H_A(t)}{c_o\,\varkappa_{u,F}(t)}$

ist die relative zeitliche Veränderung der Summe der naturalökonomischen Aufwendungen

$$K(t) = \frac{\left[(l_o+c_o-f_o)\,\varkappa_{u,F}(t) + f_o\right] H_A(t)}{(l_o+c_o)\,\varkappa_{u,F}(t)} .$$

Infolgedessen ergibt sich die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens zu:

$$\vartheta(t) = \frac{(l_o+c_o)\,\varkappa_{u,F}(t)}{(l_o+c_o-f_o)\,\varkappa_{u,F}(t) + f_o} \quad \text{mit } \dot{\vartheta}(t) \gtreqless o, \text{ wenn}$$

$$\dot{\varkappa}_{u,F}(t) = \frac{\dot{H}_AF - H_A\dot{F}}{F^2} \gtreqless o, \text{ also}$$

$$\frac{\dot{H}_A}{H_A} \gtreqless \frac{\dot{F}}{F} \text{ ist.}$$

Nimmt also die logarithmische Ableitung der abhängigen Arbeitsmenge, die sich in diesem Falle im selben Tempo wie diejenige des mengenmäßigen Güterausstoßes entwickelt, schneller zu als die logarithmische Ablei-

tung des Rohstoffverbrauchs, dann liegt ein technischer Fortschritt im naturalökonomischen Sinne vor.

Die übrigen Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs, insbesondere der unbereinigte und der bereinigte Kapitalkoeffizient, entwickeln sich bei dieser Art der Verfahrens-Substitution in gleicher Weise wie in den bereits behandelten Modellen einer ausschließlich auf originäre wertesparende Verbesserungen der Unternehmerarbeit zurückzuführenden qualitativen Veränderung der Fertigerzeugnisse. Eine Ausnahme bildet allein die Umschlagsperiode der Maschinen, die sich - der Maschinenbestand ist ja als in jeder Hinsicht zeitinvariant gedacht - wie der Kehrwert der Ersatzinvestitionen bzw. wie derjenige des Maschinenverschleißes verhalten muß (vgl. hierzu Tabelle 6 b).

Berücksichtigt man $\mathcal{H}_{u,R}(t) = H_A(t) \cdot R^{-1}(t)$,

$\mathcal{H}_{u,D}(t) = H_A(t) \cdot D^{-1}(t)$ und

$\mathcal{H}_{u,E}(t) = H_A(t) \cdot E^{-1}(t)$,

dann ergeben sich die restlichen speziellen Modelle dieser Untergruppe, die durch eine ausschließliche und direkte Einflußnahme der Unternehmer auf den Sachgüterverbrauch gekennzeichnet ist, in analoger Weise. Was die Kombination dieser speziellen Fälle innerhalb dieser Untergruppe anbelangt, sei auf Tabelle 6 b verwiesen.

Damit sind unter den einschränkenden Bedingungen des constant returns-Falles in seiner naturalökonomischen Version und der qualitativen Konstanz aller Sachgüter

sämtliche Möglichkeiten einer originären wertesparenden Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit aufgezeigt. Verfahrens-Substitutionen dieser Art bestehen in nettoproduktsbezogenen qualitativen Verbesserungen der erzeugten Produkte, die mit einer gegenüber dem naturalökonomischen Volumen der Ausbringung $N(t) = \gamma(t)\varkappa(t)$ relativen Ersparnis an Sachgütern einhergehen, und in einer direkten Einflußnahme der Unternehmer auf den Sachgüterverbrauch. In allen Fällen einer ausschließlichen relativen Verminderung des Sachgütereinsatzes gegenüber dem Nettoprodukt und in den Fällen einer Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse durch Wiederholung oder durch Intensivierung der Bearbeitung der Rohstoffe ist mit der Verfahrens-Substitution eine Zunahme der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses und ein auf wertesparende Qualitätsverbesserungen der Unternehmerarbeit zurückzuführender technischer Fortschritt verbunden. Eine Verfahrens-Substitution der Art, daß Erzeugnisse anderer Konstruktion - soweit es unter den gesetzten Prämissen möglich ist - produziert werden, bedeutet dagegen keine qualitative Verbesserung der Unternehmerarbeit und daher - wegen der geltenden Bedingungen - keine Verbesserung der Arbeit schlechthin. Sie muß daher als eine "uneigentliche" Verfahrens-Substitution verstanden werden, die als solche im Hinblick auf den technischen Fortschritt neutral oder besser gesagt indifferent ist, um die hier angelegte naturalökonomische von der sozialökonomischen Betrachtungsweise zu unterscheiden. [1] (Das Kriterium, ob es

1) Eine uneigentliche Verfahrens-Substitution liegt auch bei Erweiterung des Produktionsprozesses durch reine Vergrößerung der Stückzahl der Maschinen und durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen (vgl.32o ooo) vor, wenn die Bedingungen des constant-returns-Falles erfüllt sind.

sich um eine eigentliche oder um eine uneigentliche Verfahrens-Substitution handelt, besteht demnach darin, daß sich bei jener die Qualität der (vereinigten) lebendigen Arbeit verändert und bei dieser nicht). - In den bisher erörterten Fällen eigentlicher Verfahrens-Substitutionen entwickeln sich die Kapitalkoeffizienten und die Kapitalintensität wie im Modell der reinen Variation des Ausnutzungsgrades der Maschinen bei konstantem Maschinenbestand (vgl. Tabelle 1, Spalte 1).

Unter den gesetzten einschränkenden Bedingungen der qualitativen Konstanz der Sachgüter und der Zeitinvarianz der werteschaffenden Qualität der lebendigen Arbeit ($\dot{\sigma}(t) \doteq \dot{\sigma}_A(t) \equiv \dot{\sigma}_u(t) \equiv o$ für alle $t \geq o$) kann bei unveränderlicher Qualität der Fertigerzeugnisse ($\gamma(t) \equiv 1$) das Produktionsverfahren aber auch dadurch verändert werden, daß sich allein die wertesparende Qualität der abhängigen Arbeit verbessert. Es wird im folgenden also vorausgesetzt, daß sich die Qualität der Unternehmerarbeit originär nicht verändert ($\dot{\beta}_u(t) \equiv \dot{\sigma}_u(t) \equiv \dot{\varkappa}_u(t) \equiv o$ für alle $t \geq o$). Die Verfahrens-Substitution ist somit dadurch gekennzeichnet, daß eine Steigerung der wertesparenden Qualität der **abhängigen** Arbeit unter sonst gleichen Bedingungen eine gegenüber dem Mengenausstoß an Gütern und damit eine relativ zur aufgewendeten Arbeitsmenge $H_A(t)$ geringere Expansion des Verbrauchs an sachlichen Produktionsmitteln nach sich zieht. Es muß also $\varkappa_A(t) = H_A(t)\, C^{-1}(t) > 1$ für alle positiven t bzw. $\dot{\varkappa}_A(t) > o$ für alle nicht negativen t sein. Diese Variante unterscheidet sich von den bisher betrachteten Modellen einer eigentlichen Verfahrens-Substitution insbesondere darin, daß sie nicht mehr in jedem Falle

naturalökonomisch sinnvoll ist. Aus (67) folgt nämlich in Verbindung mit den momentan gesetzten Prämissen, daß die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsverfahrens nur dann zunehmen kann, wenn

$$o < \dot{\varkappa}_A = \frac{\dot{H}_A C - H_A \dot{C}}{C^2} < \frac{c_o}{l_o} \frac{\dot{H}_A C - H_A \dot{C}}{H_A^2} \quad \text{für alle } t \geqq o \text{ ist.}$$

Hieraus folgt:

$$1 \leqq \varkappa_A = H_A \cdot C^{-1} < + \sqrt{c_o l_o^{-1}} \quad \text{für alle } t \geqq o.$$

Bei einem arbeitsintensiven Produktionsverfahren ($l_o > c_o$) scheidet damit - unter naturalökonomischem Aspekt - diese Variante aus. Sie ist nur bei kapitalintensiver Produktionsweise ($l_o < c_o$) sinnvoll. Da jedoch für die Textilindustrie, die ja als Demonstrationsbeispiel gewählt ist, $l_o < c_o$ vorausgesetzt werden kann, ist es gerechtfertigt, diese Modellgruppe, die durch eine alleinige wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit charakterisiert ist, zu behandeln.

Die zuletzt aufgeführte Ungleichung besagt darüber hinaus, daß unter den augenblicklich geltenden Bedingungen einer Zunahme der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses vergleichsweise enge Grenzen gesetzt sind. In Verbindung mit (65) ist nämlich wegen $\varkappa_A < \sqrt{c_o l_o^{-1}}$ eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit im Intervall $t \geqq o$ nur innerhalb der Schranken

$$1 \leqq \nu < \frac{l_o + c_o}{2\sqrt{l_o c_o}} \quad \text{möglich.}$$

Die stärker als die Arbeitsmenge $H_A(t)$ steigende Arbeitsleistung der Unselbständigen $\alpha_A H_A$ kann somit nur innerhalb der durch die Größen l_o und c_o festgelegten Schranke durch die relative Ersparnis an Sachgütern überkompensiert werden. Zu dem Zeitpunkt, zu welchem die monoton zunehmende wertesparende Qualität der abhängigen Arbeit und damit auch die Qualität der vereinigten Arbeit insgesamt (vgl. (63)) den Betrag $\sqrt{c_o l_o^{-1}}$ erreicht, passiert die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Prozesses ihr Maximum, der technische Fortschritt läuft aus. Im Anschluß daran zeigt sie fallende Tendenz; aus dem technischen Fortschritt wird ein technischer Rückschritt. Dieser Tendenzwechsel tritt umso früher ein, je kleiner die Differenz zwischen c_o und l_o ist. - Hiermit ist an einer speziellen Modellgruppe gezeigt, daß sich Arbeitsqualität und technischer Fortschritt durchaus gegenläufig entwickeln können bzw. daß in den Daten eines Modells die Möglichkeit einer Gegenläufigkeit beider Realtionen vorgegeben sein kann. Man wird nämlich annehmen dürfen, daß die Unternehmer sich spätestens dann, wenn der technische Fortschritt ausläuft, einer anderen eigentlichen Verfahrens-Substitution bedienen werden, falls einer solchen Verhaltensänderung nicht die Bewegungen der Faktorpreise und der Preise der erzeugten Produkte entgegenwirken. Aus diesem Grunde wird in dieser Untersuchung die Ansicht vertreten, daß die Bedingungen des Modells einer ausschließlichen Veränderung der wertesparenden Qualität der abhängigen Arbeit spätenstens zu dem Zeitpunkt durch den Ablauf selbst gesprengt werden, zu welchem $\vartheta^{\beta}(t)$ verschwindet.

Um innerhalb der gesetzten Grenzen der Betrachtung

eine vollständige Erfassung aller möglichen Fälle zu erreichen, orientiert man sich am besten an den von qualitativen Verbesserungen der wertesparenden abhängigen Arbeit ausgehenden denkbaren Einzelwirkungen auf die im Produktionsprozeß eingesetzten (qualitativ konstanten) Sachgüter (vgl. (42)).

Zuerst wird der Fall untersucht, in welchem eine Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ausschließlich dazu benutzt wird, Rohstoffe einzusparen. Die Wirkung einer Zunahme der wertesparenden Arbeitsqualität der unselbständig Beschäftigten besteht somit darin, daß die relative zeitliche Veränderung des Rohstoffverbrauchs $F(t)$ gegenüber dem Index der geleisteten Arbeitsstunden $H_A(t)$ zurückbleibt. Demnach steigt (vgl. (47)) die Relation $\varkappa_{A,F}(t) = H_A(t)\, F^{-1}(t)$ monoton. Dagegen müssen nach Voraussetzung die übrigen sachlichen Aufwendungen in Übereinstimmung mit der Erweiterung des Nettoproduktes (und wegen $V(t) \equiv 1$ auch der ausgebrachten Gütermenge) und wie die Zunahme der Arbeitsmenge $H_A(t)$ vermehrt werden. Es ist also

$\varkappa_{A,R}(t) \equiv \varkappa_{A,E}(t) \equiv \varkappa_{A,D}(t) \equiv 1$. Infolgedessen ist

$$C(t) = \frac{(c_o - f_o)\, H_A + f_o F}{c_o} \quad \text{und}$$

$$\dot{C}(t) = \frac{(c_o - f_o)\dot{H}_A + f_o \dot{F}}{c_o} .$$

Zunächst muß gezeigt werden, innerhalb welcher Schranken f_o liegen muß, damit eine Verfahrens-Substitution dieser Art naturalökonomisch sinnvoll ist, und bis zu welchem Zeitpunkt bzw. bis zu welchem Betrag von

$\varkappa_{A,F}(t)$ die Bedingungen dieses Modells unterstellt werden dürfen.

Aus $\varkappa_A(t) = \frac{H_A(t)}{C(t)} = \frac{c_o H_A(t)}{(c_o-f_o)H_A(t)+f_o F(t)}$ folgt

$$F(t) = \frac{\left[c_o - (c_o-f_o)\,\varkappa_A(t)\right] H_A(t)}{f_o\,\varkappa_A(t)} ,$$

wobei, da der Rohstoffverbrauch im Prozeß der Gütererstellung $F(t)$ nicht verschwinden darf, $\varkappa_A(t) < c_o(c_o-f_o)^{-1}$ sein muß. Das Modell hört somit bei monoton zunehmender wertesparender Qualität der abhängigen Arbeit wesentlich früher aus, ökonomisch sinnvoll zu sein, als der Zeitpunkt erreicht ist, der sich bei bekanntem $\varkappa_A(t)$ aus der Gleichung

$$\varkappa_A(t) = c_o\ (c_o-f_o)^{-1} \quad \text{errechnen läßt.}$$

Während die wertesparende abhängige Arbeitsqualität monoton wachsend das Intervall $1 < \varkappa_A(t) < (c_o-f_o)^{-1}$ durchläuft, passiert aber die Funktion der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses ein Maximum, falls (vgl. (67)) $\dot{\varkappa}_A(o) < c_o l_o^{-1}\left[\dot{H}_A(o)-\dot{C}(o)\right]$ ist, also die Funktion $\dot{\vartheta}(t)$ im Ausgangszeitpunkt der Betrachtung steigende Tendenz aufweist. Dieser im Zeitpunkt $t_{\vartheta,Max} > o$ eintretende Vorzeichenwechsel von $\dot{\vartheta}(t)$ bedeutet, daß die Rohstoffersparnis durch den sie bewirkenden Mehraufwand an abhängiger Arbeitsleistung im Laufe der Zeit immer mehr ausgeglichen und schließlich überkompensiert wird.

Aus (67) folgt für $\dot{\sigma}(t) \equiv \dot{\sigma}_A(t) \equiv \dot{\sigma}_u(t) \equiv \dot{\varkappa}_u(t) \equiv o$,

falls $\dot{\vartheta}(t) > 0$ sein soll.

$$\dot{\varkappa}_A(t) < \frac{c_o}{l_o} \frac{\dot{H}_A C - H_A \dot{C}}{H_A^2} = \frac{f_o}{l_o} \frac{\dot{H}_A F - H_A \dot{F}}{H_A^2}$$, wenn vorstehendes $C(t)$ bzw. $\dot{C}(t)$ eingesetzt wird.

Wegen $\varkappa_A(t) = \frac{H_A(t)}{C(t)}$ (vgl. (57)) ist aber auch

$$\dot{\varkappa}_A(t) = \frac{\dot{H}_A C - H_A \dot{C}}{C^2} = \frac{c_o f_o \ (\dot{H}_A F - H_A \dot{F})}{\left[(c_o - f_o) H_A + f_o F\right]^2} .$$

Infolgedessen ist $\dot{\vartheta}(t) > 0$, wenn

$$\dot{\varkappa}_A(t) = \frac{c_o f_o (\dot{H}_A F - H_A \dot{F})}{\left[(c_o - f_o) H_A + f_o F\right]^2} < \frac{f_o}{l_o} \frac{\dot{H}_A F - H_A \dot{F}}{H_A^2} .$$

Da $\varkappa_{A,F}(t) = \frac{H_A(t)}{F(t)}$ ist und nach Voraussetzung

$\dot{\varkappa}_{A,F}(t) = \frac{\dot{H}_A F - H_A \dot{F}}{F^2} > 0$ sein soll, ist

$\dot{\vartheta}(t) > 0$, wenn $c_o l_o H_A^2(t) < \left[(c_o - f_o) H_A + f_o F\right]^2$ besteht,

also $H_A(t) \sqrt{c_o l_o} < (c_o - f_o) H_A(t) + f_o F(t)$ ist, wobei

aus ökonomischen Gründen die Wurzel mit poisitivem Vorzeichen versehen sein muß. Nach Division beider Seiten dieser Ungleichung durch $F(t) > 0$ für alle t, bei denen die Betrachtung sinnvoll ist, ergibt sich

$$\varkappa_{A,F}(t) \sqrt{c_o l_o} < (c_o - f_o) \varkappa_{A,F}(t) + f_o .$$

Daraus folgt für den Fall $\dot{\varkappa}_{A,F}(t) > o$ und $\dot{\vartheta}(t) > o$ im Intervall $t \geq o$ als Definitionsbereich für $\varkappa_{A,F}(t)$

$$1 \leqq \varkappa_{A,F}(t) < \frac{f_o}{\sqrt{c_o l_o} - (c_o - f_o)}, \text{ wobei } l_o > \frac{(c_o - f_o)^2}{c_o}$$

und (vgl. S. 110) $c_o > l_o$ sein muß.

D.h., daß die Betrachtung nur sinnvoll ist, wenn l_o im beiderseits offenen Intervall

$$\frac{(c_o - f_o)^2}{c_o} < l_o < c_o \quad \text{liegt.}$$

Wegen $\frac{(c_o - f_o)^2}{c_o} < c_o$ ist $f_o < 2c_o$ und wegen $\frac{(c_o - f_o)^2}{c_o} < l_o$ ist auf jeden Fall $f_o > c_o - \sqrt{c_o l_o}$, da ja $c_o > l_o$ sein muß. f_o ist daher nur im beiderseits nicht abgeschlossenen Intervall

$$c_o - \sqrt{c_o l_o} < f_o < 2c_o \quad \text{sinnvoll, wobei die}$$

sich formal ergebende obere Schranke wegen $f_o < c_o$ aus ökonomischen Gründen noch entsprechend herabgesetzt werden muß. Es muß also sein:

$$c_o - \sqrt{c_o l_o} < f_o < c_o.$$

Aus $c_o l_o H_A^2(t) < \left[(c_o - f_o) H_A(t) + f_o F(t)\right]^2$ folgt

$\varkappa_A(t) = \frac{H_A(t)}{C(t)} < \sqrt{c_o l_o^{-1}}$ als eine obere Schranke für $\varkappa_A(t)$.

Aus der Tatsache, daß der Rohstoffverbrauch nicht verschwinden kann, ergibt sich als weitere obere Begrenzung für die wertesparende Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit

$$\varkappa_A(t) < c_o (c_o - f_o)^{-1} \quad \text{(vgl. S. 113).}$$

Wegen $l_o < \frac{(c_o - f_o)^2}{c_o}$ ist aber $\sqrt{c_o l_o^{-1}} < c_o (c_o - f_o)^{-1}$.

D.h., der Zeitpunkt, zu welchem die Funktion $\vartheta(t)$ ihr Maximum passiert und der sich bei bekanntem $\varkappa_A(t)$ aus $\varkappa_A(t) = \sqrt{c_o l_o^{-1}}$ errechnen läßt, liegt vor demjenigen, zu welchem der Rohstoffverbrauch verschwindet. Damit sind die Beschränkungen, denen die Anfangsgrößen l_o und f_o und die Indexfunktion $\varkappa_{A,F}(t)$ und $\varkappa_A(t)$ für den Fall nicht verschwindender Änderungsgeschwindigkeit der naturökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses unterworfen sind, aufgezeigt.

Da sich insbesondere der (physische) Maschinenverschleiß und mit ihm der Aufwand an Ersatzinvestitionen im selben Tempo wie das Nettoprodukt entwickelt, verändern sich die Kapitalkoeffizienten, die Kapitalintensität und die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen bei dieser Variante in gleicher Weise wie im Modell der reinen Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Güter des konstanten fixen Kapitals (vgl. Tabelle 1, Spalte 1). Im übrigen sei auf Tabelle 6 c verwiesen.

Zieht unter sonst gleichen Bedingungen die Verbesserung der abhängigen Arbeit allein eine gegenüber der aufgewendeten (physikalischen) Arbeitsmenge relative Ersparnis an Energie nach sich, dann ist $\varkappa_{A,E}(t) = H_A(t) \cdot E^{-1}(t)$ mit $\dot{\varkappa}_{A,E}(t) > 0$ für alle nicht negativen t. Alle übrigen, in den Produktionsprozeß einmündenden sachlichen Leistungsströme entwickeln sich in Übereinstimmung mit dem mengenmäßigen Güterausstoß. Es ist also $R(t) \equiv D(t) \equiv F(t) \equiv H_A(t)$. Infolgedessen ergibt sich für die relative zeitliche Veränderung der Gesamtheit der Sachleistungen:

$$C(t) = \frac{\left[(c_o - e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o\right]\,H_A(t)}{c_o\,\varkappa_{A,E}(t)} .$$

Die Zuwachsrate der Arbeitsleistung der abhängig Beschäftigten steigt wie das Produkt aus der werteschaffenden Qualitätsverbesserung dieser Arbeitsart und der relativen zeitlichen Veränderung der aufgewendeten Arbeitsmenge. Gemäß (45) ist also

$$\mathcal{Y}_A(t) = \varkappa_A(t)\,H_A(t), \text{ worin (vgl. (47))}$$

$$\varkappa_A(t) = \frac{H_A(t)}{C(t)} = \frac{c_o\,\varkappa_{A,E}(t)}{(c_o - e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o} \quad \text{ist.}$$

Die realtive zeitliche Entwicklung aller von den Unternehmern aufzuwendenden personellen und sachlichen Leistungen ist demnach wegen (64):

$$K(t) = \frac{\left\{l_o c_o\,\varkappa_{A,E}^2(t) + \left[(c_o - e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o\right]^2\right\} H_A(t)}{(l_o + c_o)\left[(c_o - e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o\right]\varkappa_{A,E}(t)} .$$

Infolgedessen entwickelt sich (vgl. (65)) die relative zeitliche Veränderung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses unter Beachtung von $N(t) \equiv H_A(t)$ wie folgt:

$$\vartheta(t) = \frac{(l_o+c_o)\left[(c_o-e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o\right]\varkappa_{A,E}(t)}{l_o c_o\,\varkappa_{A,E}{}^2(t) + \left[(c_o-e_o)\;\;{}_{A,E}(t) + e_o\right]^2} \cdot$$

Ein technischer Fortschritt liegt dann bzw. solange vor, wenn c_o, l_o und e_o sowie $\varkappa_A(t)$ und $\varkappa_{A,E}(t)$ den zu vorstehend bei der Behandlung der sich ausschließlich in einer relativen Verminderung des Rohstoffeinsatzes auswirkenden wertesparenden Verbesserung der abhängigen Arbeit hergeleiteten analogen Beschränkungen unterworfen sind.

Der Einsatz von Arbeitskräften höherer wertesparender Qualität bedeutet indessen eine Veränderung der Faktorkombination. Diese muß - wie schon wiederholt zum Ausdruck gebracht ist - der produktionsbezogenen Unternehmerleistung voll zugerechnet werden. Diese steigt somit zwar nicht originär ($\sigma_u(t) \equiv \varkappa_u(t) \equiv \gamma_u(t) \equiv 1$), aber doch über die wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit schneller als die aufgebrachte physikalische Arbeitsmenge. Gemäß (61) und dem vorstehenden $\varkappa_A(t)$ entsprechend ist demnach ihre relative zeitliche Entwicklung:

$$\varkappa(t) = \frac{c_o\,\varkappa_{A,E}(t)\;H_A(t)}{(c_o-e_o)\,\varkappa_{A,E}(t) + e_o} \cdot$$

Für die übrigen Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes gilt bei dieser Variante dasselbe, was

schon bei der Erörterung einer ausschließlichen Verminderung des Rohstoffeinsatzes gegenüber der mengenmäßigen Ausbringung durch wertesparende Verbesserung der abhängigen Arbeit allein gesagt ist.

Auf die Erörterung des speziellen Falles einer Auswirkung der Verbesserung der wertesparenden Qualität der abhängigen Arbeit allein auf den Aufwand an zur Produktion erforderlichen Baulichkeiten kann verzichtet werden. Die Funktionen $\varkappa_{A,D}(t)$, K(t) und $\vartheta(t)$ sind in diesem Modell analog denen beschaffen, die vorstehend für den Fall einer Einsparung an Energie angeschrieben sind, und auch analog denen der Variante einer relativen Ersparnis an Rohstoffen. Desgleichen eröffnen sich im Hinblick auf die Kapitalkoeffizienten, die Kapitalintensität und die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen keine neuen Aspekte. Der Vollständigkeit der Erfassung aller denkbaren Variationen wegen ist die Entwicklung der Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes unter der Voraussetzung, daß sich bei ausschließlicher wertesparender Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit diese Verbesserung allein auf den Aufwand an Baulichkeiten auswirkt, in Tabelle 6 c ausgewiesen.

Nunmehr wird angenommen, daß die unselbständig Beschäftigten - ceteris paribus - im Laufe der Zeit ein immer besseres Gefühl für die von ihnen zu bedienenden, voraussetzungsgemäß nach Art, Leistung, Einsatzbereich und Stückzahl gleichbleibenden Maschinen erlangen bzw. diese unter sonst gleichen Bedingungen - also insbesondere ohne Beeinträchtigung des Mengenausstoßes - auf Anweisung der Betriebsleitung sachgemäßer und sorgsamer pflegen und warten. Die Folge ist,

daß der physische Maschinenverschleiß - und nur um einen solchen kann es sich unter den gesetzten Prämissen handeln - relativ zur Gesamtlaufzeit der Maschinen und damit auch relativ zum Nettoprodukt bzw. zur geleisteten Arbeitszeit zurückbleibt. Es ist also $R(t) = H_A(t) \cdot \varkappa_{A,R}^{-1}(t)$ mit $\dot{\varkappa}_{A,R}(t) > o$ für alle nicht negativen t. Damit ergibt sich, wenn r_o, l_o, $\varkappa_{A,R}(t)$ und $\varkappa_A(t)$ den zu den vorstehend hergeleiteten analogen Bedingungen genügen, eine Verbesserung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses, da sich nach Voraussetzung alle übrigen sachlichen Aufwendungen in Übereinstimmung mit der Wertschöpfung entwickeln müssen. Wie sich die zunehmende, allein den Maschinenverschleiß beeinflussende wertesparende Qualität der abhängigen Arbeit auf die Entwicklung der Änderungsgeschwindigkeit der Ersatzinvestitionen und diejenige der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen auswirkt, hängt allein vom Verhältnis der Änderungsgeschwindigkeit der Arbeitsmenge $\dot{H}_A(t)$ zu der mit der relativen zeitlichen Expansion der Arbeitszeit multiplizierten logarithmischen Ableitung der Relation $\varkappa_{A,R}(t)$ ab. Die sich hier ergebenden Möglichkeiten sind in der folgenden Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tabelle 7

Die Entwicklungstendenzen der Ersatzinvestitionen an und der Umschlagsperiode der Maschinen bei alleiniger Verbesserung der Qualität der abhängigen Arbeit mit ausschließlicher Wirkung auf den (physischen) Maschinenverschleiß in Abhängigkeit von der Expansionsgeschwindigkeit der Arbeitsmenge

		$\dot{\varkappa}_{A,R}(t)$	$\dot{H}_A(t)$	$\dot{R}(t)$	$\dot{T}(t)$
1		o	$o < \frac{\dot{\varkappa}_{A,R}}{\varkappa_{A,R}} H_A < \dot{H}_A$	$> o$	$< o$
2		o	$o < \frac{\dot{\varkappa}_{A,R}}{\varkappa_{A,R}} H_A = \dot{H}_A$	$= o$	$= o$
3	a	o	$o < \dot{H}_A < \frac{\dot{\varkappa}_{A,R}}{\varkappa_{A,R}} < H_A$	$< o$	$> o$
	b	o	$o = \dot{H}_A < \frac{\dot{\varkappa}_{A,R}}{\varkappa_{A,R}} < H_A$	$< o$	$> o$
	c	o	$\dot{H}_A < o < \frac{\dot{\varkappa}_{A,R}}{\varkappa_{A,R}} < H_A$	$< o$	$> o$

Mit Ausnahme der vergleichsweise weniger starken Abnahme bzw. stärkeren Zunahme der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen bei Expansion bzw. Kontraktion der Arbeitsmenge und damit des Ausnutzungsgrades der Maschinen gegenüber den schon behandelten Modellen dieser Untergruppe tritt im Vergleich zu diesen bei den übrigen Strukturkoeffizienten formal keine Veränderung ein. Insbesondere bleibt wiederum der bereinigte Kapitalkoeffizient im Zeitablauf konstant.

Damit sind auch alle speziellen Fälle isoliert erfaßt, die sich unter den Voraussetzungen einer Zeitinvarianz der Sachgüterqualitäten bei gleichzeitiger Konstanz der werteschaffenden Qualität der vereinigten lebendigen Arbeit und der wertesparenden Qualität der Unternehmerarbeit aus einer alleinigen wertesparenden Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ergeben. Die Kombination der vier Varianten dieses speziellen Falles ist in Tabelle 6c ausgewiesen.

Bevor die Behandlung dieser Untergruppe von Modellen, die bei qualitativer Konstanz der Sachgüter und bei zeitinvarianter werteschaffender Qualität der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit durch die Unveränderlichkeit der statistischen Maschineneffizienz ($\sigma(t) \equiv \psi(t) \equiv 1$) charakterisiert ist, als abgeschlossen betrachtet werden kann, müssen die ihr zugehörigen drei Hauptvarianten noch kombiniert werden. Deren erste (vgl. Tabelle 6a) erfaßt - um es zu wiederholen - isoliert alle unter den bestehenden Rahmenbedingungen möglichen Qualitätsveränderungen der Fertigerzeugnisse. Bei der zweiten Hauptvarianten (vgl. Tabelle 6b) ist ausschließlich die direkte Einflußnahme der Unternehmer auf den Sachgüterverbrauch im Hinblick auf seine Wirkungen auf den Produktionskreislauf untersucht. Bei der zuletzt erörterten Hauptvarianten (vgl. Tabelle 6c) ist lediglich eine Veränderung der wertesparenden Qualität der abhängigen Arbeit zugelassen.

Beachtet man, daß in dieser Untergruppe von Modellen ($\sigma(t) \equiv \psi(t) \equiv 1$) - um unnötige Wiederholungen zu

vermeiden[1] - gleichzeitig die Veränderung des Ausnutzungsgrades der Güter des konstanten fixen Kapitals berücksichtigt ist, dann kann unter die an zweiter Stelle genannte Hauptvariante (Tabelle 6b: $\nu(t) \equiv \varkappa_A(t) \equiv 1$) auch der Fall subsummiert werden, in welchem der Sachgüterverbrauch nicht direkt proportional mit der Mengenausbringung zunimmt, also eine Mengendegression oder -progession der sachlichen Aufwendungen eintritt. Das bedeutet, daß von nun an bei Variabilität der originären wertesparenden Qualität der Unternehmerleistung (aber auch nur unter dieser Bedingung) die naturalökonomische Version des constant returns-Falles nicht mehr unterstellt zu werden braucht.

Die wichtigsten Relationen, die sich aus der Kombination der bisher behandelten Fälle einer qualitativen Veränderung der lebendigen Arbeit ergeben, sind auf Seite 124 dargestellt.

331 222 $\sigma(t) \neq 1$; $\psi(t) \equiv 1$

Nachdem die Wirkungen von Veränderungen der wertesparenden Qualität der lebendigen Arbeit auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufes isoliert und im Zusammenhang erfaßt sind, soll nunmehr in Übereinstimmung mit der gewählten Methode des sukzessiven Vorgehens eine Veränderung der werteschaffenden

---

1) Eine strikte Einhaltung der Isoliermethode würde die Untersuchung einer sehr großen Anzahl von Variationen nach sich ziehen. Der Verfasser nimmt sich deshalb die Freiheit, diese Methode sinngemäß, d.h. nur auf die innerhalb der Untersuchung wesentlichsten Varianten anzuwenden.

Die Wirkungen aller bisher erörterten werte,sparenden Qualitätsverbesserungen des Faktors Arbeit unter den einschränkenden Bedingungen der qualitativen Konstanz der Sachgüter und der Unveränderlichkeit der Stückzahl der Maschinen auf die wichtigsten hier interessierenden Grundgrössen und Strukturkoeffizienten.

Es ist : $R(t)=\frac{H_A(t)}{x_{A,R}(t)\,x_{u,R}(t)\,V_2(t)}$ $\frac{H_A(t)}{x_R(t)\,V_2(t)}$; $D(t)=\frac{H_A(t)}{x_{A,D}(t)\,x_{u,D}(t)\,V_2(t)}=\frac{H_A(t)}{x_D(t)\,V_2(t)}$; $E(t)=\frac{H_A(t)}{x_{A,E}(t)\,x_{u,E}(t)\,V_2(t)}=\frac{H_A(t)}{x_E(t)\,V_2(t)}$; $F(t)=\frac{H_A(t)}{x_{A,F}(t)\,x_{u,F}(t)\,V_1(t)\,V_2(t)}=\frac{H_A(t)}{x_F(t)\,V_1(t)\,V_2(t)}$

Hieraus ergibt sich in Verbindung mit den hergeleiteten Ausdrücken :

$$C(t)=\frac{\left[\left(\tau_0\,x_D(t)\,x_E(t)\,x_F(t)+d_0\,x_R(t)\,x_E(t)\,x_F(t)+e_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_F(t)\right)V_1(t)+f_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_E(t)\right]H_A(t)}{c_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_E(t)\,x_F(t)\,V_1(t)\,V_2(t)}\ /$$

$$\alpha(t)=\frac{c_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_E(t)\,x_F(t)\,V_1(t)\,V_2(t)}{\left(\tau_0\,x_D(t)\,x_E(t)\,x_F(t)+d_0\,x_R(t)\,x_E(t)\,x_F(t)+e_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_F(t)\right)V_1(t)+f_0\,x_R(t)\,x_D(t)\,x_E(t)}\ /$$

$$\alpha_u(t)=\frac{(h_0+1)\left(\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\right)x_{u,R}\,x_{u,D}\,x_{u,E}\,x_{u,F}\,V_1\,V_2-h_0\left[\left(\tau_0\,x_D\,x_E\,x_F+d_0\,x_R\,x_E\,x_F+e_0\,x_R\,x_D\,x_F\right)V_1+f_0\,x_R\,x_D\,x_E\right]}{\left(\tau_0\,x_D\,x_E\,x_F+d_0\,x_R\,x_E\,x_F+e_0\,x_R\,x_D\,x_F\right)V_1+f_0\,x_R\,x_D\,x_E}\ /$$

$$\text{wobei}\quad x_A(t)=\frac{\tau_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}}{\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}}\quad \text{zu beachten ist}\ /$$

$$K(t)=\frac{\left\{l_0\,c_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}\,x_R\,x_D\,x_E\,x_F\,V_1\,V_2+\left[\left(\tau_0\,x_D\,x_E\,x_F+d_0\,x_R\,x_E\,x_F+e_0\,x_R\,x_D\,x_F\right)V_1+f_0\,x_R\,x_D\,x_E\right]\left(\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\right)\right\}H_A}{\left(l_0+c_0\right)\left(\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\right)x_R\,x_D\,x_E\,x_F\,V_1\,V_2}\ /$$

$$\vartheta(t)=\frac{\left(l_0+c_0\right)\left(\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\right)x_R\,x_D\,x_E\,x_F\,V_1\,V_2}{l_0\,c_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}\,x_R\,x_D\,x_E\,x_F\,V_1\,V_2+\left[\left(\tau_0\,x_D\,x_E\,x_F+d_0\,x_R\,x_E\,x_F+e_0\,x_R\,x_D\,x_F\right)V_1+f_0\,x_R\,x_D\,x_E\right]\left(\tau_0\,x_{A,D}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+d_0\,x_{A,R}\,x_{A,E}\,x_{A,F}+e_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,F}+f_0\,x_{A,R}\,x_{A,D}\,x_{A,E}\right)}\ /$$

$$T(t)=\frac{x_{A,R}(t)\,x_{u,R}(t)\,V_2(t)}{H_A(t)}=\frac{x_R(t)\,V_2(t)}{H_A(t)}$$

Arbeitsqualität $\sigma(t)$ zugelassen, eine solche der wertesparenden Qualität weder der Unternehmer- noch der abhängigen Arbeit jedoch nicht gestattet sein. Es ist also $\varkappa(t) \equiv 1$. Letztere Bedingung involviert, daß die Überlegungen wieder unter den Bedingungen der naturalökonomischen Version des constant returns-Falles durchgeführt werden müssen. Aus Gründen der Zweckmäßigkeit wird somit zur Prämisse gesetzt, daß sich die Erweiterung des Mengenausstoßes in den Grenzen halten soll, innerhalb derer ein proportionaler Verlauf der sachlichen Aufwendungen und des Nettoproduktes - beide im naturalökonomischen Sinne - gewährleistet ist. Außerdem wird im Einklang mit den Prämissen unter 331 221 unterstellt, daß sich die Qualität der Sachgüter während der ganzen Dauer der Beobachtung nicht verändert. Gleichfalls konstant soll die Stückzahl der vorhandenen Maschinen bleiben; eine Variation ihres Ausnutzungsgrades sei dagegen möglich. Außerdem soll die Qualität der Fertigerzeugnisse nicht verändert werden. Darüber hinaus wird zur Bedingung gesetzt, daß sich die werteschaffenden Qualitätsverbesserungen der Arbeit nicht auf die (statistische) Maschineneffizienz auswirken. Es ist demnach $\psi(t) \equiv 1$ unterstellt.

Im Rahmen dieser einschränkenden Bedingungen kann eine Qualitätsverbesserung der werteschaffenden Arbeit nur in der Form einer Vergrößerung der statistischen oder effektiven Maschinenzuteilung $\xi(t)$ an die abhängig Beschäftigten zur Auswirkung gelangen. Wegen $\psi(t) \equiv 1$ ist damit während der Dauer der Beobachtung (vgl. (11)) $\xi(t) \equiv \sigma(t)$. Die hier mögliche Vergrößerung der Maschinenzuteilung wird sich indessen verschiedenartig auf die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses, die ja durch die Funktion $\vartheta(t)$ gemessen werden kann, je nachdem, ob sie über eine werteschaffende Qualitätsverbesserung der Unternehmer- oder über eine solche der abhängigen Arbeit zustandekommt, auswirken.

Zuerst soll der Fall behandelt werden, in welchem eine Verbesserung der werteschaffenden Arbeitsqualität der abhängig Beschäftigten allein eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung $\}(t)$ und damit eine Zunahme der Relation $\sigma(t)$ ermöglicht, während sich die werteschaffende Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerleistung passiv verhält. Das bedeutet sachlich, daß die aus irgendwelchen, in diesem Zusammenhang nicht interessierenden Gründen sich steigernde Leistungsfähigkeit der abhängigen Arbeit von den Unternehmern - weil u.U. als zweckmäßig und nützlich im sozialökonomischen Sinne erachtet - in der Art mit der in den produzierten Produktionsmitteln verkörperten vorgetanen Arbeit kombiniert wird, daß den leistungsfähiger werdenden Arbeitern eine wachsende Anzahl von qualitativ sich nicht verändernden Maschinen zur Bedienung anvertraut werden kann, ohne daß sich sonst am Ablauf des Produktionsprozesses irgendetwas verändert. Es tritt in diesem Falle also eine e f f e k t i v e Vergrößerung der Maschinenzuteilung ein. Das involviert, daß auch an die Tätigkeit der im Prozeß der Güterherstellung beschäftigten Angestellten (etwa Meister) höhere Anforderungen vor allem organisatorischer Art gestellt werden, wenn sich die strukturelle Zusammensetzung der abhängig Beschäftigten nicht verändert, was zusätzlich unterstellt sei. Aus diesem Beispiel läßt sich leicht ersehen, daß für die Verbesserung der Arbeitsqualität der Unselbständigen in erster Linie Qualifikation und Intensität der Arbeit der "produktiv" eingesetzten Arbeitskräfte, also derjenigen, die unmittelbar an der Gütererzeugung beteiligt sind, von Bedeutung ist. Die Arbeitsqualität der "produktiven" Arbeitskräfte ist daher im allgemeinen als die ursprüngliche Bestimmungsgröße anzusehen, aus welcher diejenige der "nicht-produktiv" Beschäftigten abgeleitet werden kann. Das gilt - um es in Parenthese zu erwähnen - vor allem dann, wenn auch die qualitative Leistungssteigerung der abhängig Er-

werbstätigen eines Industriezweiges in die Betrachtung einbezogen werden soll, die dem Unternehmer bei der Bewältigung der mit den Absatz-, Beschaffungs- und Finanzmärkten zusammenhängenden Aufgaben behilflich sind. -

Verhält sich - wie vorausgesetzt - die werteschaffende Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit passiv, so ist wegen (52) $\sigma(t) \equiv \sigma_A(t) \equiv \sigma_{A,\tau}$ (t). Die Beziehungsgröße $\sigma(t)$ ist in diesem speziellen Modell somit ein Maß für die qualitative Verbesserung der Arbeit der unselbständig Beschäftigten. - Wie noch gezeigt werden wird (vgl. 331 223), ist dies einer der wenigen Fälle, in welchem es ökonomisch sinnvoll ist, die Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit über die Relation $\sigma(t)$ zu erfassen.[1] - Das Nettoprodukt steigt um $\sigma(t) \equiv \sigma_A(t)$ schneller als die geleistete (physikalische) Arbeitsmenge $H_A(t)$. Es ist also, da eine qualitative Konstanz der Fertigerzeugnisse vorausgesetzt ist, $N(t) \equiv \mathcal{N}(t) \equiv \sigma(t) \cdot A(t) \cdot H_A(t)$ für alle t der Beobachtungszeitspanne. Im selben Tempo wie die Wertschöpfung und das naturalökonomische Leistungsvolumen der Abhängigen müssen unter den gegebenen Bedingungen auch alle in den betrachteten Prozeß eingehenden sachlichen Aufwendungen zunehmen. Mit dieser Variation des Produktionsverfahrens ist somit naturalökonomisch nur eine Einsparung der Anzahl der Arbeiter bzw. der durchschnittlich je Arbeiter geleisteten Arbeitszeit gegenüber dem Nettoprodukt verbunden, aber keine relative Reduzierung des Aufwands v o l u m e n s an unselbständiger Arbeit $\sigma_A(t)\, H_A(t)$. Infolgedessen und wegen der Expansionsidentität von Sachaufwand und Nettoprodukt entwickelt sich die Aufwandsfunktion K(t) (vgl. (64)) ebenfalls

1) Dies wird deshalb hervorgehoben, weil man sich aus Zweckmäßigkeitsgründen daran gewöhnt hat, die relative zeitliche Veränderung des Produktionsergebnisses je geleistete Arbeiterstunde als Hilfsmaß zur Messung der Arbeitsproduktivität der abhängig Beschäftigten zu verwenden.

in dem Maße, in welchem die Wertschöpfung vergrößert wird. Die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Prozesses (vgl. (65)) verändert sich somit nicht.

Im Gegensatz zu dem unter 331 221 erörterten Modell der Produktion von Erzeugnissen anderer Konstruktion, in welchem ebenfalls die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Prozesses konstant bleibt, stellt diese Variante aber eine eigentliche Verfahrens-Substitution dar, weil sich die Arbeitsqualität, d.h. die werteschaffende Qualität der abhängigen Arbeit verändert. Es gibt also auch eigentliche Verfahrens-Substitutionen, die keinen technischen Fortschritt auslösen. Wenn die Unternehmer dennoch ein Produktionsverfahren durch das gerade diskutierte ersetzen, so sind die Gründe hierfür im sozialökonomischen Bereich zu suchen, also in der Entwicklung der Stundenlohnsätze, der Preise der Sachgüter und derjenigen der Fertigerzeugnisse. Eine (eigentliche oder uneigentliche) Verfahrens-Substitution, die zu keiner naturalökonomischen Aufwandsminderung gegenüber der Mengenausbringung führt, kann infolgedessen sozialökonomisch, also geldwirtschaftlich, durchaus sinnvoll sein.

Da der Ausnutzungsgrad der Maschinen um $\sigma_A(t)$ schneller als die Arbeitsmenge $H_A(t)$ und damit in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt wächst - wegen $\psi(t) \equiv 1$ ist $N(t) \equiv H_A(t)$ und nach Voraussetzung ist $M(t) \equiv 1$ -, bleibt wiederum der bereinigte Kapitalkoeffizient zeitinvariant, während der unbereinigte Kapitalkoeffizient wie der Kehrwert des Ausnutzungsgrades, also wie derjenige der Wertschöpfung abnimmt. Dagegen muß infolge der Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die "produktiven" Arbeitskräfte die Anzahl der vorhandenen Arbeitsplätze effektiv in dem Tempo abnehmen, in welchem die Maschinenzuteilung vergrößert wird - konstante Maschinenstückzahl ist ja immer noch vorausgesetzt; $P(t) \equiv \sigma^{-1}(t) \equiv \sigma^{-1}(t)$. D.h. aber

auch, daß die auf den naturalökonomischen Umfang des Maschinenbestandes bezogene Kapitalintensität des durchschnittlichen Arbeitsplatzes (vgl. (20)) wie die Maschinenzuteilung steigen muß. Das bedeutet, daß sich die Kapitalintensität ebenso wie der unbereinigte Kapitalkoeffizient selbst dann verändern kann, wenn der Maschinenbestand in jeder Hinsicht zeitinvariant bleibt. Auch die auf den Arbeitsplatz bezogene Kapitalintensität scheidet somit als Relation aus, mit der die Realkapitalverhältnisse in einem Industriezweig unmittelbar beurteilt werden können.

Verändert sich hingegen unter sonst gleichen Bedingungen die Relation $\sigma_A(t)$ nicht und findet allein eine originäre Verbesserung der werteschaffenden Qualität der Unternehmerarbeit statt (zweites Modell dieser Untergruppe), so bedeutet dies, daß die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte zwar nicht effektiv aber doch statistisch vergrößert wird. Durch organisatorische Maßnahmen der Betriebs- bzw. Unternehmensleitung kann es möglich sein, Arbeitskräfte, deren Aufgabe nicht in der Bedienung von Produktionsmaschinen besteht, freizusetzen bzw. für die Maschinenbedienung freizumachen. Bei einer solchen Maßnahme kann es sich beispielsweise um eine zweckmäßigere Gestaltung des innerbetrieblichen Transportwesens handeln, die mit keinen Investitionen verbunden ist. Trotz einer partiellen Freisetzung von Arbeitskräften wird in diesem Falle das Nettoprodukt dann zunehmen, wenn gleichzeitig mit einem solchen Rationalisierungsvorgang bei gleichbleibender durchschnittlicher Laufzeit je Maschine der Beschäftigungsgrad der Maschinen $\Delta(t) \equiv M(t)$ ($M(t) \equiv 1$ ist ja vorausgesetzt) über eine entsprechende Vermehrung des Personals zur Bedienung der Maschinen besser wird. Ist im Grenzfall die Bedienung der Maschinen einfach handzuhaben, so kann an Stelle einer partiellen

Freisetzung auch eine teilweise Umorganisation der abhängig Beschäftigten treten. Dieser Fall sei hier gemäß der Isoliermethode aus Gründen der Vereinfachung der Gedankenführung unterstellt. Die Erweiterung der Wertschöpfung übertrifft unter diesen Voraussetzungen die Verbesserung des Beschäftigungsgrades der Maschinen dann, wenn außerdem die durchschnittliche Laufzeit der Maschinen ceteris paribus verlängert wird. Wiederum besteht also eine Expansionsidentität zwischen Nettoprodukt und Ausnutzungsgrad der Maschinen. Dagegen steigt das Nettoprodukt schneller als die gesamte Arbeitsmenge der im Produktionsprozeß abhängig Beschäftigten, weil wegen der vorgenommenen Umschichtung der Arbeitszeit der "produktiv" Erwerbstätigen gegenüber jener überproportional zunimmt. Dieses Gefälle zwischen Wertschöpfung und Arbeitsmenge $H_A(t)$ wird durch die Relation $\sigma(t)$ ausgeglichen. Findet - wie vereinfachend angenommen - lediglich eine Umverteilung der Beschäftigten auf andere Kostenstellen der Betriebe und kein Austausch mit anderen Wirtschaftsbereichen statt, so braucht keine Veranlassung zu bestehen, den abhängig Erwerbstätigen nach der Neuverteilung eine höhere Qualität ihrer Arbeit zuzuordnen als vorher. Daher ist in diesem Falle die Prämisse $\sigma_A(t) \equiv \varkappa_A(t) \equiv 1$ zu Recht gesetzt.

Ist $\sigma_A(t) \equiv 1$ bei monoton zunehmender statistischer Arbeitsergiebigkeit $\sigma(t)$, so steigt wegen (52) die originäre werteschaffende, ausschließlich eine Vergrößerung der (statistischen) Maschinenzuteilung bewirkende Qualität der Unternehmerarbeit ebenfalls monoton gemäß $\sigma_u(t) = \sigma_{u,I}(t) = (h_o+1)\,\sigma(t) - h_o$. Die naturalökonomische Aufwandsfunktion (vgl. (64) entwickelt sich in diesem Falle gemäß $K(t) = (l_o+c_o\,\sigma(t))\,H_A(t) \cdot (l_o+c_o)^{-1}$. Die Funktion K(t) nimmt hier somit langsamer zu als das Nettoprodukt $N(t) = \sigma(t)\,H_A(t)$, da (vgl.(45)

Die Wirkungen qualitativer Veränderungen d. Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl u. unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrössen u. Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\sigma(t) \neq 1$, $\psi(t) = 1$

Grundgrössen und Strukturkoeffizienten	Verbesserung der werteschaffenden Qualität der		
	abhängigen Arbeit	selbstständigen Arbeit	abhängigen u. selbstständigen Arbeit
$N(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$v(t)$	1	1	1
$\mathcal{N}(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$\sigma_A(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) = \sigma(t)$	1	$\sigma_{A,\xi}(t)$
$R(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$D(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$E(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$F(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$C(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$\varkappa_A(t)$	1	1	1
$\mathfrak{p}_A(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t)$	1	$\sigma_{A,\xi}(t)$
$\mathfrak{f}_A(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$
$\sigma_u(t)$	1	$\sigma_{u,\xi}(t)$	$\sigma_{u,\xi}(t)$
$\varkappa_u(t)$	1	1	1
$\mathfrak{p}_u(t)$	1	$\sigma_{u,\xi}(t)$	$\sigma_{u,\xi}(t)$
$\varkappa(t)$	1	1	1
$\mathfrak{R}(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$\sigma_{u,\xi}(t) H_A(t)$	$\sigma_{u,\xi}(t) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$
$K(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$\frac{[l_0(h_0+1) + c_0(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))] H_A(t)}{(h_0+1)(l_0+c_0)}$	$\frac{[l_0(h_0+1) + c_0(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))] \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)}{(h_0+1)(l_0+c_0)}$
$\vartheta(t)$	1	$\frac{(l_0+c_0)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))}{l_0(h_0+1) + c_0(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))}$	$\frac{(l_0+c_0)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))}{l_0(h_0+1) + c_0(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))}$
$T(t)$	$\sigma_{A,\xi}^{-1}(t) H_A^{-1}(t)$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1} H_A^{-1}(t)$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1} \sigma_{A,\xi}^{-1}(t) H_A^{-1}(t)$
$\Delta(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$
$H_n(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$W(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t) H_A(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) H_A(t) (h_0+1)^{-1}$
$\eta(t)$	1	1	1
$\varphi(t)$	$\sigma_{A,\xi}^{-1}(t) H_A^{-1}(t)$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1} H_A^{-1}(t)$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1} \sigma_{A,\xi}^{-1}(t) H_A^{-1}(t)$
$\xi(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))(h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) (h_0+1)^{-1}$
$P(t)$	$\sigma_{A,\xi}^{-1}(t)$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1}$	$(h_0+1)(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))^{-1} \sigma_{A,\xi}^{-1}(t)$
$\mu(t)$	$\sigma_{A,\xi}(t)$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t))(h_0+1)^{-1}$	$(h_0+\sigma_{u,\xi}(t)) \sigma_{A,\xi}(t) (h_0+1)^{-1}$

Tabelle 8

in Verbindung mit (58) $\gamma_A(t) = H_A(t) < N(t)$ für alle $t > o$ ist. Die relative Ersparnis an personellen Aufwendungen, die nicht Unternehmerleistung sind, gegenüber dem Mengenausstoß führt damit zu einer Verbesserung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses, also zu einem organisatorisch bedingten technischen Fortschritt. Anders ausgedrückt steigt in diesem Modell - sofern $\sigma(t)$ monoton wächst - die produktionsbezogene Unternehmerleistung insgesamt mit (vgl. (61)) $\alpha(t) = \left[(h_o+1)\,\sigma(t) - h_o\right] \cdot H_A(t)$ schneller als sie im zuvor behandelten expandiert, in welchem sie nur in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt zunehmen kann.

Die übrigen im Zusammenhang mit dieser Untersuchung interessierenden Strukturkoeffizienten entwickeln sich formal wie im ersten Modell dieser Untergruppe (vgl. Tabelle 8). Man muß sich nur darüber im klaren sein, daß sie hier für organisatorische Maßnahmen der Unternehmer und dort für effektive qualitative Veränderungen des Faktors abhängige Arbeit stehen.

Die Kombination des ersten und des zweiten Modells dieser Untergruppe erfaßt auch die Verfeinerungen, die bei der Behandlung des zweiten Modells ausgeklammert sind. Die hierdurch mögliche Verallgemeinerung innerhalb der bestehenden einschränkenden Prämissen läuft nämlich sachlich darauf hinaus, daß man neben der Variabilität von $\sigma_{u,\tau}(t)$ auch noch eine solche von $\sigma_{A,\tau}(t)$ für den Fall zuläßt, daß ein Austausch von Arbeitskräften mit anderen Wirtschaftsbereichen oder eine Freisetzung derselben stattfindet, wodurch beidesmal die Struktur der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten verändert wird. Diese Strukturveränderung muß sich aber - unter den geltenden Bedingungen - auf die werteschaffende Qualität der abhängigen Arbeit auswirken. Die Kombination der beiden Modelle dieser Untergruppe ist mit Hilfe der

hergeleiteten Funktionalzusammenhänge leicht vorzunehmen. Wie aus Tabelle 8 zu ersehen ist, bringt sie - abgesehen von der Modifizierung der Arbeitsqualitäten, der Aufwands- und der Wirtschaftlichkeitsfunktion sowie der produktionsbezogenen Unternehmerleistung - nichts Neues. Insbesondere muß der bereinigte Kapitalkoeffizient $\eta(t)$ zeitinvariant bleiben.

Damit kann die Erörterung auch dieser Untergruppe von Modellen, die durch formalen Vorschriften $\sigma(t) \neq 1$ und $\psi(t) \equiv 1$ charakterisiert ist, als abgeschlossen betrachtet werden. Auf die Kombination mit der zuvor diskutierten Modellgruppe ($\sigma(t) \equiv \psi(t) \equiv 1$) soll zur Vermeidung von Wiederholungen formaler Art verzichtet werden. Sie wird nachgeholt werden, wenn die Modellgruppe ($\sigma(t) \equiv \psi(t) \neq 1$) und damit - unter den genannten geltenden Rahmenbedingungen - die Gesamtheit der Fälle originärer werteschaffender Qualitätsveränderungen der lebendigen Arbeit behandelt ist.

331 223 $\sigma(t) \neq 1$; $\psi(t) \neq 1$; ($\sigma(t) \equiv \psi(t) \neq 1$)

Zum Abschluß der Betrachtung der Möglichkeiten, die sich aus einer ausschließlichen Verbesserung der Arbeitsqualität ergeben, soll dem Umstand Beachtung geschenkt werden, daß eine Verbesserung der werteschaffenden Qualitäten der selbständigen und der abhängigen Arbeit auf die (statistische) Ergiebigkeit der Maschinenleistung $\psi(t)$ mittelbar einwirken kann. Das bedeutet formal, daß durch eine Veränderung der Größe $\sigma(t)$ eine solche der Relation $\psi(t)$ induziert wird. Dabei lassen sich grundsätzlich drei Gruppen von Fällen unterscheiden. Die erste kann aus der Definition des statistischen Begriffs der geleisteten Maschinenstunde hergeleitet werden. Die zweite

Gruppe von Fällen ergibt sich daraus, daß neben der schon behandelten Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse durch Wiederholung und Intensivierung des Bearbeitungsprozesses der Rohstoffe und der Produktion von Gütern anderer Art mit denselben Maschinen eine weitere Art nettoprodukts-bezogener Qualitätsverbesserung der erstellten Produkte eingeführt wird. Drittens ist es möglich, die Maschinen effektiv schneller laufen zu lassen, wenn sich die Qualität der abhängigen Arbeit verbessert.

Die in Stunden gemessene Leistungszeit der Maschine in der Textilindustrie ist statistisch die Zeit, in welcher die Maschine eine personelle Besetzung hat. Die Maschinenleistungszeit besteht somit aus der Produktions-, Rüst-, Warte- und Musterungszeit, wobei innerhalb der Produktionszeit noch die Zeit, in welcher auf der Maschine produziert wird, von der fertigungsbedingten Maschinenstillstandszeit unterschieden werden muß. Aus dieser Fassung des Begriffs, deren wesentlicher Inhalt die personelle Besetzung der Maschine ist, erklärt es sich, daß auch Zeiten, in denen auf der Maschine keine Güter erzeugt werden, in denen also keine ökonomischen Leistungen durch die Maschine bzw. mit Hilfe der Maschine erbracht werden, statistisch als Maschinenleistungszeiten erfaßt werden. Das bedeutet, daß der Quotient $\Psi(t) = N(t) \cdot H_M^{-1}(t)$ zunehmen kann, ohne daß die effektive Laufgeschwindigkeit (Tourenzahl) der Maschine erhöht zu werden braucht, wenn nur die Rüst-, Warte- und Stillstandszeiten reduziert werden. Dabei handelt es sich, je nachdem die Rüst- und Wartezeiten einerseits oder andererseits die Maschinenstillstandszeiten verkürzt werden, um Sachverhalte unterschiedlicher naturalökonomischer Wirkungen auf den Produktionskreislauf und auch um solche wenigstens teilweise verschiedener Ursachen.

Eine Reduzierung der Rüstzeiten ist einmal möglich, wenn das Produktionsprogramm bereinigt wird. Diese Form der Variation des Produktionsverfahrens zieht unter den augenblicklich geltenden Bedingungen jedoch im allgemeinen eine Veränderung der Durchschnittsqualität der Erzeugnisse nach Art der schon behandelten Fälle nach sich. Da momentan vorausgesetzt ist, daß die Qualität der erstellten Güter konstant bleiben soll, scheidet diese Variante aus. Sie ist jedoch über die noch vorzunehmende Kombination aller Möglichkeiten, die sich in Verbindung mit der ausschließlichen Qualitätsverbesserung des Faktors lebendige Arbeit ergeben, zu erfassen. Zum anderen ist es denkbar, daß die Rüstzeiten verkürzt werden können, wenn es durch eine Verbesserung der Arbeitsvorbereitung gelingt, die eingegangenen Aufträge zu entsprechend größeren Partien zusammenzufassen,[1)] dem Produktionsverfahren also auf diese Weise eine höhere Organisationsform zu verleihen. Wird diese zweite Form der Reduzierung der Rüstzeiten gewählt, dann ist die Voraussetzung $\overline{V}(t) \equiv 1$, unter der aus Gründen der Zweckmäßigkeit die Betrachtung durchgeführt werden soll, zulässig und sinnvoll. Gleichfalls über eine Verbesserung der innerbetrieblichen Organisation, die mit keinen Investitionen verbunden zu sein braucht, können die Wartezeiten (z.B. Warten auf Meister oder auf

---

1) Es ist dies ein Beispiel dafür, daß Produktionsverfahren und Absatzmarkt in einem Verhältnis gegenseitiger Anpassung zueinander stehen. Mit anderen Worten müssen die Gegebenheiten auf den einzelnen Märkten als Variable aufgefaßt werden, die in Wechselwirkung zu den Variablen des Produktionsprozesses gesehen werden müßten. Ganz abgesehen davon, ob eine rationale Theorie eines solchen doppelten Anpassungsprozesses möglich ist, begnügt sich die Wirtschaftstheorie - etwa im Gegensatz zur Soziologie, welche die Gesellschaft als einen Prozeß der aktiven und passiven Anpassung auffaßt - weitgehend mit der Analyse einseitiger Anpassungsprozesse. (Vgl. Peter,H., Grundprobleme der theoretischen Nationalökonomie, der Gesamtprozeß in der Entwicklung,Stuttgart 1934,S.3).Insofern steht die hier angewandte Isolierung im Einklang mit der anerkannten Methodik d. Wirtschaftstheorie

Rohstoffe) vermindert werden. Auch in diesem Falle ist die Prämisse $V(t) \equiv 1$ sinnvoll. Beide Varianten, die ursächlich über eine qualitative Verbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit zustande kommen, können somit zusammengefaßt und gleichzeitig behandelt werden. Wegen $V(t) \equiv 1$ brauchen dagegen Musterungszeiten nicht berücksichtigt zu werden. Die Wirkung dieser qualitativen Verbesserung der Unternehmerarbeit auf den Produktionsprozeß besteht darin, daß die ausgebrachte Gütermenge und somit (vgl. (39)) das Nettoprodukt schneller zunimmt als die statistische Maschinenleistungszeit $H_M(t)$. Verändert sich die werteschaffende Qualität der abhängigen Arbeit nicht ($\psi_A(t) \equiv \sigma_A(t) \equiv 1$; $\alpha_A(t)$ ist ohnehin als konstant betrachtet), was als Bedingung zusätzlich gesetzt sei, dann kann sich die statistische Maschinenleistungszeit nur nach Maßgabe der Arbeitsmenge $H_A(t)$ entwickeln. Es ist also $H_A(t) \equiv H_M(t)$ und damit (vgl. (2) und (6)) auch $\sigma(t) \equiv \psi(t)$. D.H., daß es sich bei der Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit um eine solche werteschaffender Art handelt. Während die sachlichen Aufwendungen im selben Tempo, in welchem die Wertschöpfung $\sigma(t)\, H_A(t)$ vergrößert wird, erweitert werden müssen, nimmt der naturalökonomische personelle Aufwand an abhängiger Arbeit nur in Übereinstimmung mit der Vergrößerung der Arbeitsmenge $H_A(t)$ zu. Die Aufwandsfunktion $K(t) = (l_o + c_o\, \sigma(t)) H_A(t) \cdot (l_o + c_o)^{-1}$ wächst somit langsamer als das güterwirtschaftliche Nettoprodukt, wenn $\dot{\sigma}(t) > o$ für alle $t \geq o$, also eine Verbesserung der werteschaffenden Qualität der Unternehmerarbeit gegeben ist. Dabei entwickelt sich (vgl. (52)) die statistische Arbeitsergiebigkeit gemäß $(h_o + \sigma_{u,\psi}(t))\,(h_o+1)^{-1}$, wenn mit $\sigma_{u,\psi}(t)$ die originäre werteschaffende Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit bezeichnet wird, die durch die beschriebene Einwirkung der Unternehmer auf die Rüst- und Wartezeiten charakterisiert ist. Die

naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Prozesses verändert sich gemäß $\dot{\vartheta}(t) = (l_o+c_o)\,\sigma(t)(1_o+c_o\sigma(t))^{-1}$. Falls $\sigma(t) > o$ für alle $t \geq o$ ist, löst diese Verfahrens-Substitution somit einen technischen Fortschritt aus, der wiederum organisatorisch bedingt ist.

Da die Prämisse einer Konstanz des Maschinenbestandes nach Art, Güte und Umfang immer noch gilt, kann der Ausnutzungsgrad der Maschinen nur in der Weise angehoben werden, wie es der Verlängerung ihrer Gesamtlaufzeit $H_M(t)$ und damit der Zunahme der (physikalischen) Arbeitsmenge $H_A(t)$ entspricht. Aus diesem Grunde entwickelt sich aber der bereinigte Kapitalkoeffizient $\eta(t)$ (vgl. (17)) wie der Kehrwert der Relation $\sigma(t)$. An diesem Modell zeigt sich somit innerhalb der Betrachtung einer ausschließlichen Veränderung der Qualität der lebendigen Arbeit erstmalig, daß sich unter der Voraussetzung $Q(t) \equiv 1$ der von Ausnutzungsgradschwankungen bereinigte Koeffizient des auf die Maschinen bezogenen Kapitals sehr wohl verändern kann. Wie der Kehrwert des Nettoproduktes muß dagegen wiederum der unbereinigte Kapitalkoeffizient abnehmen. Die Anzahl der vorhandenen Arbeitsplätze und die auf diese bezogene Kapitalintensität bleiben dagegen zeitinvariant. Im übrigen sei auf Tabelle 9 verwiesen.

Im Gegensatz zu einer Reduzierung der Rüst- und Wartezeiten, die als Wirkung einer qualitativen Verbesserung der werteschaffenden produktionsbezogenen Unternehmerarbeit erkannt ist, muß eine unter sonst gleichen Bedingungen eintretende Verminderung der Maschinenstillstandszeiten als Teil der Produktionszeiten der Maschinen deren Bedienungspersonal und - daraus abgeleitet - den im Produktionsprozeß abhängig Beschäftigten zugerechnet werden. Eine Verkürzung der Maschinenstillstandszeiten ist nämlich nur möglich, wenn entweder qualitativ bessere Rohstoffe oder qualitativ bessere Maschinen eingesetzt werden, was beides nicht im Einklang mit den

Tabelle 9

Die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Produktionsfaktors Arbeit bei konstanter Maschinenstückzahl und unveränderlicher Qualität der Sachgüter auf die Grundgrössen u. Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs unter der speziellen Bedingung $\delta(t) \equiv \Psi(t) \neq 1$

Grundgrössen und Strukturkoeffizienten	Verbesserung der werteschaffenden Qualität der Arbeit bewirkt:					
	Reduzierung der Rüst- und Wartezeiten	Verkürzung der Maschinenstillstandszeiten	Verringerung d. Anteils von Ware zweiter Wahl	höhere Laufgeschwindigk. d. Maschinen infolge Verbesserg. der abhängigen Arbeit	der selbstständigen Arbeit	simultan alle hier genannten Möglichkeiten
$M(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$V(t)$	1	1	$V_\Psi(t)\equiv\sigma_{A\Psi}(t)$	1	1	$V_\Psi(t)\equiv\sigma_{A\Psi}(t)$
$\gamma(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$\sigma_A(t)$	1	$\sigma_{A\Psi}(t)\equiv\sigma(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\equiv\sigma(t)$	1	$\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)$
$\lambda(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$D(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$E(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$F(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$C(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)\,(\lambda_0+1)^{-1}$
$\chi_A(t)$	1	1	1	1	1	1
$\gamma_A(t)$	1	$\sigma_{A\Psi}(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)$	1	$\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)$
$\gamma_B(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$
$\sigma_0(t)$	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)$	1	1	1	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)$	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)$
$\chi_0(t)$	1	1	$(\lambda_0+1)\,V_\Psi(t)-\lambda_0$	1	1	$(\lambda_0+1)\,V_\Psi(t)-\lambda_0$
$\gamma_0(t)$	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)$	1	$(\lambda_0+1)\,V_\Psi(t)-\lambda_0$	1	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)^{-1}$	$(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,V_\Psi(t)-\lambda_0$
$\varkappa(t)$	1	1	$V_\Psi(t)\equiv\sigma_{A\Psi}(t)$	1	1	$V_\Psi(t)$
$\alpha(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$[(\lambda_0+1)\,V_\Psi(t)-\lambda_0]\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)$	$[(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,V_\Psi(t)-\lambda_0]\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)$
$K(t)$	$\dfrac{[\lambda_0(\lambda_0+1)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))]\,H_A(t)}{(\lambda_0+1)(\lambda_0+c_0)}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\dfrac{(\lambda_0\sigma_{A\Psi}(t)+c_0)\,H_A(t)}{\lambda_0+c_0}$	$\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)$	$\dfrac{[\lambda_0(\lambda_0+1)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)]\,H_A(t)}{(\lambda_0+1)(\lambda_0+c_0)}$	$\dfrac{[\lambda_0(\lambda_0+1)V_\Psi(t)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))]\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)}{(\lambda_0+1)(\lambda_0+c_0)}$
$\vartheta(t)$	$\dfrac{(\lambda_0+c_0)(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))}{\lambda_0(\lambda_0+1)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))}$	1	$\dfrac{(\lambda_0+c_0)\sigma_{A\Psi}(t)}{\lambda_0\,\sigma_{A\Psi}(t)+c_0}$	1	$\dfrac{(\lambda_0+c_0)(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))}{\lambda_0(\lambda_0+1)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))}$	$\dfrac{(\lambda_0+c_0)(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)}{\lambda_0(\lambda_0+1)V_\Psi(t)+c_0(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))}$
$T(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)}$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)}$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,H_A(t)}$
$\Delta(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$	$\bar{M}(t)$
$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$W(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$\lrcorner\ H_A(t)$
$\eta(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)}$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)}$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)}$
$\varphi(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)}$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$\sigma_{A\Psi}^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,H_A(t)}$	$\dfrac{\lambda_0+1}{(\lambda_0+\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t))\,\sigma_{A\Psi}(t)\,\sigma_{\Psi\Psi}(t)\,\sigma_{A\Psi}(t)\,H_A(t)}$
$\xi(t)$	1	1	1	1	1	1
$P(t)$	1	1	1	1	1	1
$\Lambda(t)$	1	1	1	1	1	1

gegebenen Bedingungen steht, oder wenn die Arbeiter, welche die Maschinen bedienen, die Mängel, welche die Maschinenstillstände hervorrufen, schneller beheben. Unter den momentanen Voraussetzungen ist es also allein die zunehmende Geschicklichkeit der Arbeiter, die eine Verminderung der Maschinenstillstandszeiten bewirkt.

Die Tatsache, daß die Arbeiter ihre zunehmende Leistungsfähigkeit auf Weisung der Unternehmer, der durch Erstattung von Prämien Nachdruck verliehen sein kann, in dieser Richtung und nicht etwa dadurch zur Geltung bringen, daß sie eine größere Anzahl von Maschinen bedienen, ist dabei im Hinblick auf die Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit belanglos. Ermöglicht wird die Verringerung des Maschinenstillstandes unter den gegebenen einschränkenden Bedingungen allein durch die höherwerdende Qualifikation oder/und die größer werdende Intensität der abhängigen Arbeit. Man hat es hier also mit einer werteschaffenden Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit zu tun, weil durch die Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten der Güterausstoß schneller zunimmt als die (physikalische) Arbeitsmenge $H_A(t)$. Die werteschaffende wie die wertesparende produktionsbezogene Qualität der Unternehmerarbeit kann sich hierbei passiv verhalten, und es sei unterstellt, daß dem auch so ist. Dennoch steigt (vgl. (61)) die produktionsbezogene Unternehmerleistung schneller als der Güterausstoß und die abhängige Arbeitsmenge; die Unternehmer steuern ja die wachsende Leistungsfähigkeit der Abhängigen in diese werteschaffende Richtung. Für $\sigma_u(t) \equiv 1$ ist aber, wie schon dargelegt ist (vgl. (52)), $\sigma_A(t) \equiv \sigma(t)$, wobei $\sigma_A(t) = \sigma_{A,\psi}(t)$ ist, da nur die Art werteschaffender Qualitätsverbesserung mit der Wirkung einer Reduzierung der Maschinenstillstände möglich ist. Eine wertesparende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ist nicht zugelassen. Da wiederum

die Anzahl der geleisteten Maschinenstunden im Einklang mit der Erweiterung der Arbeitsmenge zunehmen muß, ist $\sigma_{A,\psi}(t) \equiv \sigma_A(t) \equiv \sigma(t) \equiv \psi(t)$. Der Aufwand an Sachgütern steigt in diesem Falle wie das Leistungsvolumen der abhängigen Arbeit $\sigma(t)\ H_A(t)$. Damit entwickelt sich die naturalökonomische Aufwandsfunktion K(t) gemäß der Steigerung des Nettoproduktes, weshalb diese Variante zu keinem technischen Fortschritt im naturalökonomischen Sinne führt. Diese eigentliche Verfahrens-Substitution bedeutet lediglich eine gleichmäßige Erweiterung des Produktionsprozesses, die - ceteris paribus - durch die werteschaffende Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ausgelöst wird. Für die Arbeitsqualitäten ergibt sich hier also formal dieselbe Entwicklung wie im Modell einer Vergrößerung der Maschinenzuteilung aufgrund besser werdender werteschaffender Arbeitsqualität der unselbständig Beschäftigten. Das Kriterium für die optimale Steuerung des Einsatzes der Arbeitskräfte durch die Unternehmer liegt in diesen beiden Fallen somit außerhalb der naturalökonomischen Beziehungen; es kann nur über das System der Entlohnung, also unter Berücksichtigung der jeweils anfallenden Stundenlohnsätze, von denen hier abstrahiert ist, gefunden werden. Daran ändert sich auch nichts, daß sich bei dem gerade betrachteten Modell die übrigen in Frage stehenden Strukturkoeffizienten wie in demjenigen entwickeln, in welchem die Wirkungen unternehmerischer Organisationsmaßnahmen zur Reduzierung der Rüst- und Wartezeiten untersucht sind, und sie sich damit teilweise anders verhalten als in den unter 331 222 behandelten Modellen einer ausschließlichen Vergrößerung der (statistischen oder effektiven) Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte (vgl. Tabelle 9).

Da eine Verringerung der Musterungszeiten - eine ausschließlich werteschaffende Qualitätsverbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit - im allgemeinen nur möglich ist, wenn das Produktionsprogramm verändert wird, ist zur Behandlung dieses speziellen Falles eine Kombination des an erster Stelle innerhalb dieser Untergruppe erörterten Modells mit den Modellen der Untergruppe erforderlich, die durch die Rahmenbedingungen $\sigma(t) \equiv \gamma(t) \equiv 1$ charakterisiert sind. Die Kombination aller Möglichkeiten, die mit einer alleinigen Qualitätsverbesserung des Faktors lebendige Arbeit gegeben sind, soll aber erst durchgeführt werden, nachdem die noch ausstehenden zwei Varianten der Verfahrens-Substitution besprochen sind.

Damit ist die Diskussion der Fälle abgeschlossen, die sich aus der statistischen Definition der Maschinenleistungszeit ableiten lassen. Nunmehr soll zur Behandlung eines weiteren Falles nettoproduktsbezogener Qualitätsverbesserung der erzeugten Produkte übergegangen werden.

Vermindert sich allein infolge qualitativ besserer abhängiger Arbeit - ceteris paribus - die verfahrensbedingte Ausschußquote bzw. der anfallende Anteil von Ware zweiter Wahl oder sog. "Partie-Ware" an der aufgelegten, also zu erstellenden Gütermenge (Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse durch sorgfältigere Arbeit der abhängig Beschäftigten), so bedeutet dies, daß in der geleisteten Arbeitsstunde wie in der geleisteten Maschinenstunde um den Rückgang der Ausschußquote bzw. um die nettoproduktsbezogene Qualitätszunahme der Fertigerzeugnisse in der eben beschriebenen Art $\gamma_4(t)$ effektiv mehr Güter erstellt werden als vor dieser so umrissenen Veränderung der Produktionsweise. Variieren - über Veränderungen des Ausnutzungsgrades der Maschinen -

(physikalische) Arbeitsmenge $H_A(t)$ und Gesamtlaufzeit der Maschinen $H_M(t)$, dann steigt die Wertschöpfung wie das Produkt aus den relativen zeitlichen Veränderungen der Arbeitsmenge und dem Kehrwert der an der aufgelegten Gütermenge gemessenen Ausschußquote $\nu_4(t)$ [1]. Infolgedessen ist $N(t) \equiv \sigma(t)\, H_A(t) \equiv \nu_4(t)\, H_A(t)$ für alle t des Beobachtungsintervalls, wobei außerdem $H_A(t) \equiv H_M(t)$ und daher wegen(2) und (6) auch $\sigma(t) \equiv \gamma(t)$ ist. Da sich die Verbesserung der abhängigen Arbeit auf das Wachstum des Nettoproduktes auswirkt, muß es sich um eine solche ihres werteschaffenden Faktors $\sigma_A(t)$ handeln. Die so bewirkte Expansion der Wertschöpfung über diejenige der Arbeitsmenge hinaus kann auch nicht den Unternehmern direkt, d.h. ihnen nicht als originäre werteschaffende Verbesserung ihrer produktionsbezogenen Leistung zugerechnet werden. Daher ist $\sigma_u(t) \equiv 1$ und (vgl. (52)) $\sigma(t) \equiv \sigma_A(t)$. - Anders ausgedrückt wird in diesem Falle gegenüber der zu erstellenden Produktmenge im Zeitablauf immer weniger an im Ausschuß verkörperter unmittelbar aufgewendeter (nicht-vorgetaner, also in derselben Periode und auf derselben Produktionsstufe geleisteter) abhängiger Arbeit durch eben diesen Ausschuß (i.w.S.) im Augenblick ihres Entstehens wieder "vernichtet" in dem Sinne, als wäre sie - ökonomisch - nie aufgewendet worden. Es handelt sich also hierbei um

---

1) $\nu_4(t)$ steht sowohl für den Rückgang der Ausschußquote wie für die Verminderung des Anteils von Ware zweiter Wahl. Beide Erscheinungen unterscheiden sich nur graduell aber nicht grundsätzlich. Sie können daher in einem und demselben Modell behandelt werden. Da jedoch in der Textilindustrie - im Gegensatz etwa zur metallverarbeitenden Industrie - wenigstens im Rahmen der momentan gesetzten Prämissen ein totaler Ausschuß so gut wie überhaupt nicht eintritt, ist mit diesen Ausführungen vor allem der Rückgang von Ware zweiter Wahl gemeint.

etwas ganz anderes als um den Vorgang des Eingehens von lebendiger oder vorgetaner Arbeit in die erstellten Erzeugnisse. Diese teilweise "Vernichtung" lebendiger Arbeit im Falle des Auftretens von Ausschuß oder der - nicht beabsichtigten - Erstellung von Ware zweiter Wahl ergibt sich zwingend aus der Äquivalenz von naturalökonomischer Nettoprodukts- und Aufwandsveränderung an nettoproduktswirksamer lebendiger Arbeit (vgl. (41)). D.h., entspricht das Ergebnis einer Arbeitsverrichtung nicht den an diese gestellten Anforderungen, dann muß das hierfür eingesetzte Arbeitsvolumen notwendig in dem Moment, in dem es aufgewendet wird, als ganz oder teilweise wieder vernichtet angesehen werden. Dies gilt in ökonomischer Sicht immer, da das Axiom von Aufwand und Ertrag nicht in Frage gestellt werden kann. Physikalisch ist diese Betrachtungsweise sicher nicht zulässig (Gesetz von der Erhaltung der Energie) und bei der philosophischen Beurteilung dieses Sachverhaltes wird es auf die ethische Grundeinstellung des Beobachters ankommen, ob eine Arbeit, deren Ergebnis nicht genügt, als geleistet oder als nicht geleistet bewertet wird.

Geht die verfahrensbedingte Ausschußquote infolge besser werdender (werteschaffender) Arbeitsqualität der abhängig Beschäftigten zurück, dann nimmt wegen $\sigma_u(t) \equiv 1$ die Wertschöpfung um $\sigma(t)$, also auch um $\sigma_A(t) \equiv \sigma_{A,v}(t) \equiv v_4(t)$ schneller zu als die Arbeitsmenge $H_A(t)$ vergrößert wird. Die sachlichen Aufwendungen indessen können sich nur gemäß der Zuwachsrate der geleisteten Arbeitszeit entwickeln. Damit nimmt (vgl. (53)) die wertesparende Qualität der im Produktionsprozeß v e r e i n i g t e n lebendigen Arbeit im selben Tempo zu wie diejenige der werteschaffenden abhängigen Arbeit, also auch wie die soeben eingeführte Art nettoproduktsbezogener Qualität der Fertig-

erzeugnisse zu ($\sigma_{A,V}$ (t) $\equiv$ $V_4(t) \equiv \varkappa(t)$). Infolgedessen stellt sich die Frage, welcher der beiden hier unterschiedenen Arbeitsarten der durch die w e r t e s c h a f f e n d e Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit ausgelöste zusätzliche w e r t e s p a r e n d e Effekt zugerechnet werden muß. Diese Frage kann nach der in dieser Untersuchung vertretenen Grundauffassung von der produktionsbezogenen Unternehmertätigkeit eindeutig beantwortet werden. Die Verbesserung der werteschaffenden Qualität der abhängigen Arbeit schlägt sich vollständig im Rückgang der Ausschußquote bzw. in der Abnahme des Anteils von Ware zweiter Wahl an der zu erstellenden Gütermenge nieder ($\sigma_{A,V}$ (t) $\equiv$ $V_4(t)$). Hinzu kommt, daß es allein im Ermessen des Unternehmers liegt, wie er eine potentielle Leistungssteigerung der von ihm eingesetzten abhängigen Arbeit über die Expansion der (physikalischen) Arbeitsmenge hinaus nutzt. Wählt er die augenblicklich erörterte, unter den gegebenen Bedingungen und ceteris paribus naturalökonomisch günstigste Variante der Verfahrens-Substitution, dann ist auch ihr zusätzlicher wertesparender Effekt vollständig als eine originäre wertesparende Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit zu betrachten. Es ist also $\varkappa_A(t) \equiv 1$ und wegen (55) $\varkappa_u(t) = (h_o+1)\ V_4(t) - h_o$, wobei (vgl. Tabelle 9) bei originären werteschaffenden Qualitätsveränderungen jeweils gleichen Ausmaßes ($\sigma_{u,\psi} \equiv \sigma_{A,\psi} \equiv \sigma_{A,V}$) sich für die Unternehmerleistung $K(t) = \sigma_{u,\psi} H_A \equiv \sigma_{A,\psi} H_A <$ $\left[(h_o+1)\ V_4 - h_o\right] \sigma_{A,V} \cdot H_A$ ergibt, falls $\dot{\sigma}(t) > o$ ist. Der bereinigte Kapitalkoeffizient muß in diesem Falle wiederum wie der Kehrwert der Relation $\sigma_{A,V}$ (t) abnehmen, da sich der Ausnutzungsgrad der Maschinen nur in Übereinstimmung mit der Veränderung der geleisteten Maschinenstunden verbessern kann. Die übrigen Strukturkoeffizienten nehmen - formal - dieselbe Entwicklung wie

in den bereits behandelten Modellen dieser Untergruppe (vgl. Tabelle 9).

Da eine Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse durch sorgfältigere Arbeit nur den "produktiv" abhängig Beschäftigten originär und hieraus abgeleitet der Gesamtzahl der im Produktionsprozeß unselbständigen, keinesfalls aber als originäre werteschaffende Qualitätsverbesserung den Unternehmern zugerechnet werden kann, ist diese Variante des Problems im Rahmen der gesetzten Bedingungen erschöpfend behandelt.

Schließlich muß noch die Variante erörtert werden, in welcher eine mögliche Leistungssteigerung der Unselbständigen in der Weise genutzt wird, indem die Laufgeschwindigkeit der Maschinen (Tourenzahl) bei qualitativ unveränderlichem Maschinenbestand erhöht werden kann, ohne daß sich hieraus negative Rückwirkungen auf den Produktionsprozeß ergeben, ohne daß sich also insbesondere die Qualität der Erzeugnisse verschlechtert oder die Maschinenstillstandszeiten verlängern. Da mit der Erhöhung der Tourenzahl eine Vergrößerung der ausgebrachten Gütermenge je geleisteter Maschinenstunde verbunden ist, jene aber unter den gegebenen Bedingungen allein durch eine Qualitätsverbesserung der Arbeit des Bedienungspersonals der Maschinen und der entsprechenden Hilfskräfte möglich ist, hat man es wiederum mit einer nettoproduktswirksamen, d.h. werteschaffenden Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit zu tun. Die entsprechende werteschaffende Qualität der Unternehmerleistung kann sich hierbei passiv verhalten. Ist $\sigma_u(t) \equiv 1$, was hier unterstellt sei, dann ist $\sigma_A(t) \equiv \sigma_{A,T}(t) \equiv \sigma(t) \equiv \psi(t)$ und damit wegen (2) und (6) $H_A(t) \equiv H_M(t)$ innerhalb der Zeitspanne, in welcher die geltenden Prämissen sinnvoll unterstellt werden können. Wie das abhängige Arbeitsvolumen

$\sigma_{A,T}(t)\, H_A(t) \equiv \sigma(t)\, H_A(t)$ müssen auch die sachlichen Aufwendungen zunehmen, da ein schnelleres Laufen der Maschinen unter sonst gleichen Bedingungen eine entsprechend stärkere Zunahme von Energieverbrauch, physischem .. Maschinen- und Gebäudeverschleiß und Rohstoffeinsatz über diejenige der eingesetzten Arbeitsmenge $H_A(t)$ hinaus nach sich zieht.[1] Bei dieser isoliert betrachteten Variante läßt sich somit keine wertesparende Qualitätsverbesserung der Unternehmerarbeit realisieren. Diese eigentliche Verfahrens-Substitution ist daher mit keiner Verbesserung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Prozesses verbunden. Sie löst ebensowenig wie die Varianten einer ausschließlichen Vergrößerung der Maschinenzuteilung und einer Verkürzung der Maschinenstillstandszeiten über eine alleinige Verbesserung des Faktors abhängige Arbeit einen technischen Fortschritt aus. - Die übrigen hier interessierenden Strukturkoeffizienten entwickeln sich formal wie in den schon behandelten Modellen dieser Untergruppe, welche durch die Bedingungen $\sigma(t) \equiv \psi(t) \neq 1$ charakterisiert ist.

Da nach Voraussetzung das Produktionsverfahren zu Beginn der Beobachtungsperiode nicht optimal betrieben zu werden braucht, ist es jedoch auch denkbar, daß bei unveränderlicher Qualität der abhängigen Arbeit eine Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen möglich ist, ohne daß die Qualität der Fertigerzeugnisse beeinträchtigt und die Maschinenstillstandszeiten verlängert werden. Der hierdurch eintretende werteschaffende Effekt ist ausschließlich den Unternehmern als originäre werteschaffende Qualitätsverbesserung ihrer produktionsbe-

---

1) Die naturalökonomische Version des constant-returnus-Falles ist unterstellt

Die Wirkungen aller bisher erörterten wertschaffenden Qualitäts-verbesserungen des Faktors Arbeit auf die wichtigsten Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs.

Es ist: $\sigma_A(t) = \sigma_{A,\xi}(t)\,\sigma_{A,\psi}(t)\,\sigma_{A,\pi}(t)\,\sigma_{A,\nu}(t)$ mit $\sigma_{A,\nu}(t) \equiv \nu_4(t)$,

$\sigma_u(t) = \sigma_{u,\xi}(t)\,\sigma_{u,\psi}(t)\,\sigma_{u,\pi}(t)$.

Hieraus ergibt sich:

$$N(t) = \sigma(t) H_A(t) = \frac{(h_0 + \sigma_{u,\xi}(t)\,\sigma_{u,\psi}(t)\,\sigma_{u,\pi}(t))\,\sigma_{A,\xi}(t)\,\sigma_{A,\psi}(t)\,\sigma_{A,\pi}(t)\,\sigma_{A,\nu}(t)\,H_A(t)}{h_0+1},$$

$$R(t) \equiv D(t) \equiv E(t) \equiv F(t) \equiv C(t) = \frac{\sigma H_A}{\nu_4} = \frac{(h_0 + \sigma_{u,\xi}\,\sigma_{u,\psi}\,\sigma_{u,\pi})\,\sigma_{A,\xi}\,\sigma_{A,\psi}\,\sigma_{A,\pi}\,\sigma_{A,\nu}\,H_A}{(h_0+1)\,\nu_4},$$

$$\alpha(t) = \nu_4(t) \equiv \sigma_{A,\nu}(t),$$

$$\alpha_u(t) = (h_0+1)\,\nu_4(t) - h_0,$$

$$K(t) = \frac{[h_0(h_0+1)\,\nu_4 + c_0(h_0 + \sigma_{u,\xi}\,\sigma_{u,\psi}\,\sigma_{u,\pi})]\,\sigma_{A,\xi}\,\sigma_{A,\psi}\,\sigma_{A,\pi}\,H_A}{(h_0+1)(h_0+c_0)},$$

$$\vartheta(t) = \frac{(h_0+c_0)(h_0+\sigma_{u,\xi}\,\sigma_{u,\psi}\,\sigma_{u,\pi})\,\nu_4}{h_0(h_0+1)\,\nu_4 + c_0(h_0+\sigma_{u,\xi}\,\sigma_{u,\psi}\,\sigma_{u,\pi})},$$

$$T(t) = \frac{h_0+1}{(h_0+\sigma_{u,\xi}\,\sigma_{u,\psi}\,\sigma_{u,\pi})\,\sigma_{A,\xi}\,\sigma_{A,\psi}\,\sigma_{A,\pi}\,H_A}$$

zogenen Leistung zuzurechnen. Es ist aber gemäß (52) $\sigma_u(t) \equiv \sigma_{u,T}(t) \equiv (h_o+1)\sigma(t) - h_o$ für alle t, für welche diese Unterstellung sinnvoll ist. Unter den gegebenen einschränkenden Bedingungen entwickeln sich dann die sachlichen Aufwendungen in Übereinstimmung mit der mengenmäßigen Erweiterung des Güterausstoßes, d.h. in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt, während die zu dessen Erzeugung notwendige Arbeitsmenge nur wie die insgesamt geleistete Arbeitszeit zunimmt. Eine wertesparende Wirkung ist mit dieser Veränderung der Verfahrensweise also nicht verbunden. Mit dem Gefälle zwischen Nettoprodukt und aufgewendeter Arbeitsmenge steigt jedoch (vgl. Tabelle 9) die naturalökonomische Aufwandsfunktion weniger schnell als die erstellte eigene Leistung. Infolgedessen ist mit dieser Variation des Produktionsverfahrens ein technischer Fortschritt verbunden. - Der unbereinigte Kapitalkoeffizient entwickelt sich auch in diesem Falle wie der Kehrwert der statistischen Arbeitsergiebigkeit $\sigma(t)$, während die Maschinenzuteilung, die Anzahl der Arbeitsplätze und die auf diese bezogene Kapitalintensität zeitinvariant bleiben.

Damit sind auch die unter der Bedingung $\sigma(t) \equiv \psi(t) \neq 1$ möglichen Fälle einer Veränderung der werteschaffenden Qualität der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit bei qualitativer Konstanz der Sachgüter erörtert. Wie sich die Kombination aller bisher behandelten Variationen der werteschaffenden Qualitätsverbesserung der abhängigen wie der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit auf die wichtigsten Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionsverlaufs auswirkt, ist auf Seite 147 gezeigt.

Darüber hinaus erscheint es nunmehr angebracht, die unter der Voraussetzung qualitativ unveränderlicher Sachgüter möglichen und auch dargestellten werteschaffenden und

wertesparenden Wirkungen der Qualitätsverbesserung des Faktors lebendige Arbeit zusammenzufassen. Dabei ist zu beachten, daß wegen der damit berücksichtigten qualitativen Veränderung der Erzeugnisse durch Wiederholung und Intensivierung des Bearbeitungsprozesses der Rohstoffe sowie durch Fertigung von Produkten anderer Konstruktion die bis jetzt ausgeklammerte Variante einer Veränderung der Rüstzeiten und die ebenfalls bis jetzt nicht zu behandelnde Veränderung der Musterungszeiten als Beeinflussung der werteschaffenden Qualität der Unternehmerleistung erfaßt werden können. Da sich die Veränderung dieser in der Maschinenlaufzeit enthaltenen Zeiten auf die statistische Maschinenergiebigkeit $\psi(t)$ auswirkt, sind diese Fälle formal unter die auf den Seiten 134 bis 137 erörterte Variante einer Veränderung des Qualitätsfaktors $\sigma_{u,\psi}(t)$ zu subsummieren. Außerdem braucht bei der Kombination der werteschaffenden mit den wertesparenden Wirkungen der Qualitätsverbesserung der Arbeit, deren Einfluß auf die wichtigsten Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs auf Seite 150 dargestellt ist, wie auf Seite 125 bereits vermerkt, die einschränkende Bedingung des constant returns-Falles nicht mehr unterstellt zu werden.

Die Wirkungen aller bisher erörterten werteschaffenden und wertesparenden Qualitätsverbesserungen des Faktors Arbeit auf die wichtigsten hier interessierenden Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs.

Es ist: $\sigma(t) = \dfrac{(h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\sigma_{A,\pi}\sigma_{A,\nu}}{h_0+1}$ mit $\sigma_{A,\nu} \equiv \nu_4$,

$R(t) = \dfrac{\sigma^{t}_{H_A}}{\alpha_R \nu_2 \nu_4}$; $D(t) = \dfrac{\sigma^{t}_{H_A}}{\alpha_D \nu_2 \nu_4}$; $E(t) = \dfrac{\sigma^{t}_{H_A}}{\alpha_E \nu_2 \nu_4}$; $F(t) = \dfrac{\sigma^{t}_{H_A}}{\alpha_F \nu_1 \nu_2 \nu_4}$, wobei $\alpha_R = \alpha_{A,R}\alpha_{u,R}$, $\alpha_D = \alpha_{A,D}\alpha_{u,D}$, $\alpha_E = \alpha_{A,E}\alpha_{u,E}$ und $\alpha_F = \alpha_{A,F}\alpha_{u,F}$ gesetzt ist.

Hieraus ergibt sich in Verbindung mit den hergeleiteten Ausdrücken:

$$C(t) = \frac{\left[(\tau_0 \alpha_D \alpha_E \alpha_F + d_0 \alpha_R \alpha_E \alpha_F + e_0 \alpha_R \alpha_D \alpha_F)\nu_1 + f_0 \alpha_R \alpha_D \alpha_E\right](h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\sigma_{A,\pi}H_A}{c_0(h_0+1)\alpha_R\alpha_D\alpha_E\alpha_F\nu_1\nu_2},$$

$$\alpha(t) = \frac{\tau_0 \alpha_R \alpha_D \alpha_E \alpha_F \nu_1 \nu_2 \nu_4}{(\tau_0 \alpha_D \alpha_E \alpha_F + d_0 \alpha_R \alpha_E \alpha_F + e_0 \alpha_R \alpha_D \alpha_F)\nu_1 + f_0 \alpha_R \alpha_D \alpha_E}, \text{ wobei } \alpha_A(t) = \frac{\tau_0 \alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F}}{\tau_0 \alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + d_0 \alpha_{A,R}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + e_0 \alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,F} + f_0 \alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}} \text{ zu beachten ist,}$$

$$K(t) = \frac{\left\{c_0 l_0 (h_0+1)\alpha_{A,R}^2\alpha_{A,D}^2\alpha_{A,E}^2\alpha_{A,F}^2\alpha_{u,R}\alpha_{u,D}\alpha_{u,E}\alpha_{u,F}\nu_1\nu_2\nu_4 + (h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})(\tau_0\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + d_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + e_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,F} + f_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E})\left[(\tau_0\alpha_E\alpha_F + d_0\alpha_R\alpha_E\alpha_F + e_0\alpha_R\alpha_D\alpha_F)\nu_1 + f_0\alpha_R\alpha_D\alpha_E\right]\right\}\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\sigma_{A,\pi}H_A}{(h_0+1)(l_0+c_0)(\tau_0\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + d_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + e_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,F} + f_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E})\alpha_R\alpha_D\alpha_E\alpha_F\nu_1\nu_2},$$

$$v(t) = \frac{(l_0+c_0)(h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})(\tau_0\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + d_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + e_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,F} + f_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E})\alpha_R\alpha_D\alpha_E\alpha_F\nu_1\nu_2\nu_4}{c_0 l_0(h_0+1)\alpha_{A,R}^2\alpha_{A,D}^2\alpha_{A,E}^2\alpha_{A,F}^2\alpha_{u,R}\alpha_{u,D}\alpha_{u,E}\alpha_{u,F}\nu_1\nu_2\nu_4 + (h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})(\tau_0\alpha_{A,D}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + d_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,E}\alpha_{A,F} + e_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,F} + f_0\alpha_{A,R}\alpha_{A,D}\alpha_{A,E})\left[(\tau_0\alpha_D\alpha_E\alpha_F + d_0\alpha_R\alpha_E\alpha_F + e_0\alpha_R\alpha_D\alpha_F)\nu_1 + f_0\alpha_R\alpha_D\alpha_E\right]},$$

$$T(t) = \frac{(h_0+1)\alpha_R\nu_2}{(h_0+\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\pi})\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\sigma_{A,\pi}H_A}$$

231 300 Die Beziehungen zwischen dem Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe und dem Produktionverfahren

Nachdem die Wirkungen qualitativer Veränderungen des Faktors abhängige Arbeit auf den Produktionsprozeß vollständig erfaßt sind, sollen nunmehr die Einflüsse, die von qualitativen Wandlungen im Rohstoffeinsatz auf das Produktionsverfahren ausgehen, untersucht werden. Dabei wird an der Bedingung eines sowohl quantitativ wie qualitativ konstanten Maschinenbestandes festgehalten, was jedoch - wie schon bei der Betrachtung ausschließlicher Veränderungen des Faktors Arbeit gezeigt ist - keine zeitliche Invarianz der Maschinenergiebigkeit $\gamma(t)$ zu bedeuten braucht. Außerdem sei in Übereinstimmung mit der Isoliermethode verfügt, daß weder die abhängige Arbeit noch - außer den Rohstoffen - ein in den Prozeß der Gütererstellung eingehender sachlicher Leistungsstrom einem unmittelbaren qualitativen Wandel unterworfen ist. Eine qualitative Konstanz der produktionsbezogenen Unternehmerleistung kann dagegen nicht unterstellt werden, da sich Qualitätsveränderungen der übrigen Faktoren - wie schon wiederholt festgestellt ist - auf die Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit auswirken k ö n n e n . Eine unmittelbare Einflußnahme der Unternehmer auf die übrigen personellen und sachlichen Aufwendungen sei dagegen ausgeschlossen. Überdies sollen die Überlegungen wiederum auf der Grundlage der natural-ökonomischen Version des constant returns-Falles angestellt werden.

Da mit den sich verändernden Qualitäten der Rohstoffe die qualitativen Wandlungen eines Sachgutes - genau gesagt, diejenigen eines dem konstanten zirkulierenden Kapital angehörenden Sachgutes - und seine Wirkungen auf den Produktionsprozeß und dessen Strukturkoeffi-

zienten betrachtet werden, hat man es - im Gegensatz zu den Ausführungen unter 331 200 - mit einer Intra-Faktorsubstitution, die u.U. mit einer Inter-Faktorsubstitution einhergehen kann, und ihrem Einfluß auf das Produktionsverfahren und nicht mit einer Verfahrens-Substitution zu tun.

Findet ein qualitativer Wandel im Rohstoffeinsatz statt, so können einem solchen unter einem bestimmten Aspekt zwei prinzipiell voneinander zu unterscheidende Sachverhalte zugrundeliegen. E i n m a l kann es sich darum handeln, daß ständig nur Rohstoffe derselben Art verbraucht werden. Hierbei ist etwa daran gedacht, daß in der Textilindustrie, die ja als Demonstrationsbeispiel gewählt ist, nur die seit langem bekannten "klassischen" Rohstoffarten Baumwolle, Wolle, Bastfasern und Naturseide eingesetzt werden, oder daß keine grundsätzlich neuen Rohstoffarten auf Synthese-Basis Verwendung finden. Dieser Fall, in welchem innerhalb der Beobachtungszeit nur Rohstoffe eines festumrissenen Bündels von Rohstoffarten verbraucht werden, kann im Hinblick auf qualitative Veränderungen im Rohstoffeinsatz der Textilindustrie insgesamt wieder in zwei spezielle Unterfälle aufgegliedert werden. Erstens können sich z.B. durch verbesserte Züchtungs- und Anbaumethoden auf dem Sektor der Naturfasern oder durch Weiterentwicklung der Chemiefasern die Qualitäten der einzelnen Rohstoffarten im Zeitablauf verändern, wobei aber die mengenmäßigen Anteile der einzelnen Rohstoffarten am mengenmäßigen Gesamtverbrauch konstant bleiben. Auf diese Weise ergibt sich ein Qualitätswandel der gesamten eingesetzten Rohstoffmenge durch qualitative Veränderungen der einzelnen Rohstoffarten. Zweitens kann sich bei zeitinvarianten Qualitäten der einzelnen Rohstoffarten ein Qualitätswandel der insgesamt verbrauchten Rohstoffmenge dadurch ergeben, daß eine Verschiebung der Mengen-

anteile der einzelnen Rohstoffarten an der gesamten eingesetzten Rohstoffmenge im Laufe der Zeit einigermaßen stetig oder sprunghaft eintritt. Der Einsatz der einzelnen (physikalischen) Rohstoffteilmenge führt zu einer Strukturveränderung des Rohstoffverbrauchs, die als Qualitätswandel der insgesamt aufgewendeten Rohstoffmenge aufgefaßt werden muß. - Außerdem ist eine Kombination dieser beiden Unterfälle möglich. - Z u m a n d e r e n ist es aber auch denkbar, daß - u.U. ziemlich unvermittelt - völlig neuartige, vorher nicht bekannte oder nicht zum Einsatz gelangte Rohstoffarten Verwendung finden. In diesem Falle tritt ein Struktur- und damit ein Qualitätswandel der gesamtverbrauchten Menge auch dann ein, wenn die bereits seit langem eingesetzten Rohstoffarten qualitativ zeitinvariant bleiben, weil sich das Güterbündel, das als Gesamtheit den Rohstoffeinsatz ausmacht, sachlich verändert. - Auch die Kombination dieser beiden prinzipiellen Varianten des Problems - eines festumrissenen, sachlich unveränderlichen und eines sich sachlich verändernden Bündels von Rohstoffarten - kann den realen Gegebenheiten entsprechen.

Im allgemeinen erfordern jedoch Rohstoffe anderer Art (zweite grundsätzliche Variante) den Einsatz neuartiger Be- bzw. Verarbeitungsmaschinen; sie erzwingen also eine strukturelle und somit qualitative Veränderung des Maschinenbestandes. Auch eine ungleichmäßige Erweiterung qualitativ konstant bleibender Teilmengen eines festumrissenen Bündels von Rohstoffarten (zweiter Unterfall der ersten Variante) führt deshalb zu einem Strukturwandel des Maschinenbestandes und damit (im allgemeinen) zu einer qualitativen Veränderung desselben, weil jede einzelne Rohstoffart infolge ihrer sie kennzeichnenden physikalisch-chemisch-technischen Eigenschaften im allgemeinen ganz bestimmte, auf diese speziel-

len Eigenschaften hin konstruierte Maschinen verlangt. Diese beiden Fälle einer Qualitätsveränderung des Rohstoffeinsatzes stehen also im Widerspruch zu den Bedingungen, die an dieser Stelle der Untersuchung gesetzt sind. Sie können damit vorerst nicht berücksichtigt werden. Zunächst kann nur dem ersten Unterfall der zuerst genannten Variante einer qualitativen Veränderung im Rohstoffeinsatz Beachtung geschenkt werden, nämlich derjenigen, daß ausschließlich Rohstoffe derselben Art aber sich verändernder Qualität verbraucht werden, wobei die Anteile der physikalischen Menge der einzelnen Rohstoffarten am mengenmäßigen Rohstoffverbrauch insgesamt konstant bleiben müssen.

Im Hinblick auf die Weiterführung der Überlegungen muß jedoch gewährleistet sein, daß eine Kombination dieser isolierten Art von Qualitätsveränderung der Rohstoffe mit den beiden anderen Arten möglich und sinnvoll durchführbar ist. Es muß also sichergestellt sein, daß die Kombination von Qualitätsveränderungen aller in dieser Untersuchung beachteten sonstigen Leistungsströme - insbesondere auch der Maschinenleistung - mit dieser isolierten Art einer Qualitätsveränderung der Rohstoffe zu einer vollständigen Erfassung auch der Arten von Qualitätsveränderungen der Rohstoffe führt, die vorerst nicht berücksichtigt werden können. Würde man die Beziehung zwischen der Veränderung einer jeden einzelnen Eigenschaft einer jeden Rohstoffart und dem Produktionsprozeß untersuchen, so wäre die angestrebte Vollständigkeit der Erfassung selbstverständlich erreicht. Dies ist aber bei dieser theoretischen Betrachtung unzweckmäßig. Die ohnehin nicht eben kurzen - wenn auch unkomplizierten - Ausdrücke würden noch wesentlich umfangreicher und infolgedessen sehr umständlich handzuhaben sein. Man ist deshalb gezwungen, die Vielzahl der einzelnen Eigenschaften aller Rohstoffe eines

fest umrissenen Bündels, deren Veränderungen als Qualitätsveränderung im Rohstoffeinsatz insgesamt zu verstehen sind, zu sinnvollen Gruppen zusammenzufassen. Bei dieser verallgemeinernden Gruppenzusammenfassung ist darauf zu achten, daß sie einmal eindeutig alle Eigenschaften der Rohstoffe des betrachteten Bündels erfaßt und daß sie zum anderen der angestrebten Kombination der augenblicklich allein zu untersuchen möglichen Art einer Qualitätsveränderung der Rohstoffe mit den qualitativen Veränderungen aller anderen Leistungsströme nicht hinderlich ist.

Um dies zu erreichen werden generalisierend bei den textilen Rohstoffen folgende voneinander isolierbare Merkmalsgruppen unterschieden:

1) den Ablauf des Produktionsprozesses beeinflussende Eigenschaften der Rohstoffe (pars pro toto Reißfestigkeit),

2) ausschließlich gebrauchswertbezogene Eigenschaften der Rohstoffe (pars pro toto Waschbarkeit),

3) Abfallquote des Rohstoffeinsatzes im Produktionsprozeß.

In diese drei Merkmalsgruppen läßt sich die Gesamtheit der Eigenschaften aller (textilen) Rohstoffe - auch derjenigen neuartiger Rohstoffe - unter naturalökonomischer Sicht untergliedern. Der bei der Weiterführung der Überlegungen in der angegebenen Weise beabsichtigten Kombination von Qualitätsveränderungen aller Leistungsströme steht damit nichts im Wege. - Die in diese Gruppen eingehenden physikalisch-chemisch-technischen Eigenschaften sind meßbar und werden auch gemessen. Vom jeweiligen Geltungsnutzen, also von den

subjektiven und daher - wodurch es auch sei - leicht psychologisch zu beeinflussenden Vorstellungen der Endverbraucher abhängige etwa modisch bedingten Quasi-Eigenschaften der Rohstoffe, die sich auf die Rohstoff- und Erzeugnispreise auswirken können, die aber gegenüber dem Produktionsprozeß in jeder Hinsicht neutral sind, kann in diesem Zusammenhang abgesehen werden.

Bevor nun die Beziehungen aufgezeigt werden, die unter den geltenden Bedingungen zwischen der Verbesserung der in jeder einzelnen dieser drei Merkmalsgruppen aggregierten Eigenschaften der Rohstoffe und dem Produktionsprozeß bestehen, ist es erforderlich, die Qualitätsveränderung im Rohstoffeinsatz insgesamt formal einzuführen.

Auch die Verwendung qualitativ sich verändernder Rohstoffe wirft vorab ein metrisches Problem auf. Es stellt sich die Frage, wie sich Qualitätsveränderungen im Rohstoffeinsatz auf den Maßstab, mit welchem Rohstoffe gleichbleibender Art und Güte bei reiner und gleichmäßiger Erweiterung der Teilmengen der einzelnen Rohstoffarten, also auf das "Mengengerüst"[1] des Rohstoffeinsatzes auswirken. Dieses Problem kann, was den Rohstoffeinsatz der Textilindustrie anbelangt, material als gelöst angesehen werden,[2] wenn man keine Unabhängigkeit des Maßstabes von der Wahl des Basiszeitpunktes[3] fordert. Formal läßt sich die relative zeitliche Entwicklung des Rohstoffeinsatzes im naturalökonomischen

---

1) Vgl. Seite 49

2) Vgl. Rott, W., Wandlungen im Rohstoffeinsatz der westdeutschen Textilindustrie in: Textildienst der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Nr.1/2 1962, Münster 1962

3) Vgl. Seite 52

Sinne wie die Veränderung des Nettoproduktes, diejenige des Umfanges des Maschinenbestandes oder wie die Veränderungen der beiden in dieser Untersuchung unterschiedenen Arten von Arbeitsleistungen als Produkt eines Qualitätsfaktors $F_1(t)$ und der relativen zeitlichen Entwicklung des "Mengengerüstes" der aggregierten, in physikalischen Maßeinheiten gemessenen eingesetzten Rohstoffarten $\int(t)$ auffassen. Es ist also:

$$(68) \quad F(t) = F_1(t) \int(t)$$

die relative zeitliche Entwicklung des eingesetzten Rohstoffvolumens im naturalökonomischen Sinne bzw. - nach Multiplikation mit den gesamten Rohstoffkosten im Zeitpunkt des Beginns der Beobachtung f_o -

$$(68a) \quad f_t = f_o F(t) = f_o F_1(t) \int(t)$$ die absolute Entwicklung desselben.

331 310 Auf den Ablauf des Produktionsprozesses wirkende Qualitätsverbesserungen der Rohstoffe

Eine Verbesserung - kurz gesagt - der technischen Eigenschaften und damit der Qualität der Rohstoffe kann sich dahingehend auswirken, daß die mit dem Rohstoffeinsatz zusammenhängenden Friktionen im Prozeß der Gütererstellung vermindert werden. D.h. ebenso allgemein, daß bei dieser nunmehr zu untersuchenden Variante einer Verbesserung der Eigenschaften die Durchlaufszeit einer bestimmten (physikalischen) Rohstoffmenge durch den Prozeß verkürzt wird. So führt z.B. die in einer Zunahme der Reißfestigkeit physikalisch-technisch zum Ausdruck kommende qualitative Verbesserung der Garne bei unveränderlicher Qualität der abhängigen

Arbeit, bei qualitativer Konstanz der übrigen sachlichen Aufwendungen und bei keinerlei sonstigen Einflußnahme der Unternehmer auf das Produktionsverfahren zu einem Rückgang der im Webprozeß auftretenden Fadenbrücke. Die Reduzierung der im Produktionsprozeß auftretenden, im Hinblick auf das äußere Erscheinungsbild der Ware nicht restlos zu beseitigenden, im Hinblick auf ihren Gebrauchswert aber u.U. unerheblichen rohstoffbedingten Fehler durch den Einsatz von Rohstoffen entsprechend besserer Eigenschaften zeitigt nun zwei voneinander zu unterscheidende Wirkungen. E r s t e n s bedeutet sie eine qualitative Verbesserung der Erzeugnisse. Z.B. ergeben sich je m^2 erzeugten Gewebes weniger rohstoffbedingte Knotstellen. Da der Rückgang dieser, das äußere Erscheinungsbild der Ware prägenden "Schönheitsfehler" allein auf den Einsatz besserer Rohstoffe zurückzuführen ist, muß sich die Qualität der erstellten Produkte im selben Maße entwickeln wie diejenige der Rohstoffe. Es ist also $V_5(t) = F_1(t)$, wenn diese Art Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse zur Unterscheidung von anderen Arten mit dem Symbol $V_5(t)$ gekennzeichnet wird. Z w e i t e n s nimmt aber auch allein über den Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe die Gütererzeugung je geleistete Maschinenstunde zu, weil zur Behebung der abnehmenden Anzahl rohstoffbedingter Fehler im Sinne des Ablaufs des Prozesses die Maschinen weniger oft und damit - die Qualität der abhängigen Arbeit wird ja als unveränderlich betrachtet - weniger lange abgeschaltet zu werden brauchen als vor dieser Veränderung der Produktionsweise. Gleichzeitig mit dem Rückgang der rohstoffbedingten Fehler nimmt die Belastung des Bedienungspersonals der Maschinen durch manuelle Verrichtungen ab. Soll der Belastungsgrad der Arbeiter zeitinvariant bleiben, was in Übereinstimmung mit der ceteris-paribus-

Bedingung gefordert sei, dann ist entweder die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte oder die Tourenzahl, mit welcher die Maschinen gefahren werden, zu erhöhen. Eine derartige Verbesserung im Rohstoffeinsatz führt somit zu einer Steigerung der mengenmäßigen (und damit erst recht der naturalökonomischen) Ausbringung je geleistete Arbeitsstunde; sie ist also nettoproduktswirksam. Daher erscheint es geboten, die mit ihr einhergehende Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse als eine solche nettoproduktsbezogener Art aufzufassen. Es ist also $N(t) = \gamma_5(t)\,\mathcal{M}(t) = F_1(t)\,\mathcal{M}(t)$.

Da sich die beiden Möglichkeiten, mit denen in diesem Falle einem Rückgang des Belastungsgrades der Arbeier begegnet werden kann, auf bestimmte Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs verschieden auswirken (vgl. hierzu auch Tabelle 7 und Tabelle 9), ist es zweckmäßig, die Vergrößerung der Maschinenzuteilung gesondert von der Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen zu behandeln.

331 311 Vergrößerung der Maschinenzuteilung als Folge einer qualitativen Verbesserung der Rohstoffe

Ein Ausgleich der mit der Qualitätsverbesserung der Rohstoffe in der zu betrachtenden Art einhergehenden Abnahme des Belastungsgrades des Bedienungspersonals der Maschinen über eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung $\xi(t)$ ist nur zu erreichen, wenn den Arbeitern entsprechend des sonst eintretenden Rückganges ihrer manuellen Tätigkeit und damit in Übereinstimmung mit der qualitativen Verbesserung der Rohstoffe mehr Maschinen zugeteilt werden. Es muß also $\xi(t) = F_\xi(t) = F_1(t)$ sein, wenn man zur Kennzeichnung dieser Art von

Qualitätsverbesserung der Rohstoffe und ihrer Wirkung auf den Prozeß der Gütererzeugung $F_1(t) = F_{\dot{f}}(t)$ setzt. Da in diesem Falle auch die Maschineneffizienz $\psi(t)$ in dem Maße zunimmt, in welchem die Maschinenstillstandszeiten infolge des Einsatzes besserer Rohstoffe zurückgehen, ist auch $\psi(t) = F_{\dot{f}}(t)$. Infolgedessen ergibt sich im Einklang mit den bereits angestellten Überlegungen wegen (11) für die statistische Arbeitsergiebigkeit $\sigma(t) = F_{\dot{f}}{}^2(t)$.[1] In Verbindung mit (2) folgt hieraus für die relative zeitliche Veränderung des Nettoproduktes $N(t) = F_{\dot{f}}{}^2(t)\, H_A(t)$. Der mit der Qualitätsverbesserung der Rohstoffe einhergehende werteschaffende Effekt, der in dem zwischen der Entwicklung des Nettoproduktes und derjenigen der (physikalischen) Arbeitsmenge $H_A(t)$ entstehenden Gefälle $\sigma(t) = F_{\dot{f}}{}^2(t)$ zum Ausdruck kommt, kann in diesem Falle nur den Unternehmern zugerechnet werden, da sich nach Voraussetzung die Qualität der abhängigen Arbeit nicht verändert. Gemäß (52) ist daher in Verbindung mit $\sigma(t) = F_{\dot{f}}{}^2(t)$

$$\sigma_u(t) = \sigma_{u,F_{\dot{f}}}(t) = (h_o+1)F_{\dot{f}}{}^2(t) - h_o, \text{ wobei}$$

$$\dot{\sigma}_{u,F}(t) = 2(h_o+1)\,\dot{F}_{\dot{f}}(t)\,F_{\dot{f}}(t) \gtrless o \text{ für } \dot{F}(t) \gtrless o$$

ist.

Weil - wie schon gezeigt ist - auch die nettoproduktsbezogene Qualität der Fertigerzeugnisse [2] wie die Qualität der Rohstoffe verbessert wird ($v_5(t) = F_{\dot{f}}(t)$), ergibt sich nach Beachtung von (41) die relative zeitliche Veränderung des mengenmäßigen Güterausstoßes zu

---

1) Hiermit ist der Nachweis erbracht, daß die statistische Arbeitsergiebigkeit (arbeitsbezogene Produktivität) sehr wohl auch zunehmen kann, wenn bei Passivität der abhängigen Arbeitsqualität bessere Rohstoffe eingesetzt werden.

2) In diesem Falle stimmt die nettoproduktsbezogene Qualitätsveränderung mit der sachaufwands-, d.h. rohstoffbezogenen Qualitätsveränderung der erzeugten Produkte überein.

$\mathcal{X}(t) = F_{\xi}(t)\, H_A(t)$. Wie dieser muß auch der mengenmäßige - etwa in Tonnen gemessene - Rohstoffverbrauch expandieren ($\mathcal{F}(t) = F_{\xi}(t)\, H_A(t)$), weshalb bei dieser Variante der naturalökonomische Umfang des sich qualitativ verbessernden Rohstoffeinsatzes (vgl. 68) gemäß $F(t) = F_{\xi}^{2}(t)\, H_A(t)$ zunimmt. Die übrigen sachlichen Aufwendungen müssen dagegen in dem Ausmaße gesteigert werden, in welchem die Gesamtlaufzeit der Maschinen $H_M(t)$ bzw. der mengenmäßige Güterausstoß $\mathcal{X}(t)$ erweitert wird. Es ist daher die relative zeitliche Veränderung sämtlicher Sachleistungen

$$C(t) = \frac{(c_o - f_o + f_o F_{\xi}(t))\; F_{\xi}(t)\, H_A(t)}{c_o} .$$

Demnach ergibt sich für den wertesparenden Qualitätsfaktor der insgesamt in den Prozeß der Gütererzeugung eingehenden unmittelbar aufgewendeten Arbeit gemäß (53)

$$\mathcal{X}(t) = \frac{c_o F_{\xi}(t)}{c_o - f_o + f_o F_{\xi}(t)} \quad \text{mit}$$

$$\dot{\mathcal{X}}(t) = \frac{c_o (c_o - f_o)\, \dot{F}_{\xi}(t)}{(c_o - f_o + f_o F_{\xi}(t))\, 2} \gtrless o,$$

wenn $\dot{F}_{\xi}(t) \gtrless o$ ist, da aus ökonomischen Gründen $c_o > f_o$ sein muß.

Diese wertesparende Leistungsverbesserung des Faktors Arbeit ist wie die werteschaffende eine ausschließliche Verbesserung der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit. Der wertesparende Qualitätsfaktor dieser Arbeitsart ist nach (58)

$$\alpha_u(t) = \frac{[h_o(c_o-f_o)+c_o]\ F_\xi\ (t) - h_o\ (c_o-f_o)}{c_o-f_o+f_o\ F_\xi\ (t)},$$

wobei auch $\dot{\alpha}_u(t) \gtrless o$ besteht, je nachdem $\dot{F}_\xi\ (t) \gtrless o$ ist. Die wertesparende Qualität der Unternehmerarbeit nimmt jedoch bei dieser Art Qualitätsverbesserung der Rohstoffe schneller zu als diejenige der im Produktionsprozeß vereinigten Arbeit.

Damit entwickelt sich (vgl. (58))die Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerarbeit insgesamt gemäß

$$\beta_u(t) = \frac{c_o(h_o+1)\ F_\xi^{\ 3}(t) - h_o(c_o-f_o+f_oF_\xi\ (t))}{c_o-f_o+f_oF_\xi}$$

Nach (61) ergibt sich für die relative zeitliche Veränderung der naturalökonomischen Unternehmerleistung

$$\dot{\alpha}_{(t)} = \frac{[c_o(h_o+1)\ F_\xi^{\ 3}(t) - h_o(c_o-f_o+f_oF_\xi\ (t))]\ H_A(t)}{c_o-f_o+f_oF_\xi\ \ (t)}$$

Für die naturalökonomische Aufwandsfunktion K(t) folgt nach (64) unter Beachtung von $\beta_A(t) = 1$

$$K(t) = \frac{[l_o+(c_o-f_o+f_oF_\xi\ \ (t))\ \ F_\xi\ (t)]\ H_A(t)}{l_o+c_o}$$

Hieraus folgt in Verbindung mit (65) für die Entwicklung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produltionsprozesses

$$\vartheta_{(t)} = \frac{(l_o+c_o)\ \ F_\xi^{\ 2}(t)}{l_o+(c_o-f_o+f_oF_\xi\ \ (t))\ F_\xi\ (t)}$$

und nach Differentiation

$$\dot{v}_{(t)} = \frac{\left[2\, l_o+(c_o-f_o)F_{\tau}\,(t)\right]\ \dot{F}_{\tau}\,(t)\ F_{\tau}\,(t)}{\left[l_o+(c_o-f_o+f_oF_{\tau}\,(t))\ \ F_{\tau}\,(t)\right]^2} \gtrless o,$$

wenn $\dot{F}_{\tau}\,(t) \gtrless o$ ist.

Die Substitution von qualitativ zeitinvarianter abhängiger Arbeit durch qualitativ b e s s e r e Rohstoffe[1], durch welche diese eigentliche Veränderung des Produktionsverfahrens charakterisiert ist, bedeutet somit - wie nicht anders zu erwarten - einen technischen Fortschritt.

Wegen der Unterstellung konstanter Maschinenstückzahl entwickelt sich der Ausnutzungsgrad der Maschinen wie deren Gesamtlaufzeit, also gemäß $F_{\tau}\,(t)\ H_A(t)$. Infolgedessen und in Verbindung mit $N(t) = F_{\tau}^{2}(t)H_A(t)$ geht der bereinigte Kapitalkoeffizient wie der Kehrwert der Qualitätsfunktion der Rohstoffe zurück. - Damit ist gezeigt, daß der auf den Maschineneinsatz bezogene bereinigte Kapitalkoeffizient auch von der Qualitätsveränderung der eingesetzten Rohstoffe abhängig sein kann. - Der unbereinigte Kapitalkoeffizient verändert sich wiederum wie die reziproke Wertschöpfung. Da die Maschinenzuteilung in diesem Falle wie die Qualität der Rohstoffe verbessert wird, nimmt die auf den Arbeitsplatz bezogene Kapitalintensität wie diese zu. - In Tabelle 10 sind die Grundgrößen und die Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs übersichtlich zusammengestellt.

---

1) Man hat es in diesem Falle somit mit einer Kombination von Intra- und Inter-Faktorsubstitution zu tun.

331_312 Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen als Folge einer qualitativen Verbesserung der Rohstoffe

Kompensieren die Unternehmer die mit einer Verbesserung der Rohstoffeigenschaften in der augenblicklich behandelten Art einhergehende Abnahme des Belastungsgrades der Arbeiter ausschließlich durch eine Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen, dann steigt unter sonst gleichen Bedingungen, wie sie vorstehend unterstellt sind, notwendig die naturalökonomische Ausbringung je geleistete Maschinenstunde um die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe schneller als in dem soeben behandelten Fall eines Ausgleichs über eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte. Es ist also $\psi(t) = F_1^2(t) = F_{\pi}^2(t)$, wenn zur formalen Unterscheidung von der gerade erörterten Variante die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe, durch welche diese Erhöhung der Tourenzahl ausgelöst wird, mit $F_{\pi}(t)$ bezeichnet wird. - Diese Art der Veränderung der Produktionsweise dürfte insbesondere dann gewählt werden, wenn die Maschinen optimal oder nahezu optimal beschäftigt sind. - Da die Maschinenzuteilung nach Voraussetzung nicht verändert werden soll ($\xi(t) = 1$), ist wegen (11) $\sigma(t) = \psi(t) = F_{\pi}^2(t)$. Das Nettoprodukt muß sich demnach wiederum gemäß $N(t) = F_1^2(t)\, H_A(t) = F_{\pi}^2(t)\, H_A(t)$ entwickeln, während die Gesamtlaufzeit der Maschinen $H_M(t)$ wie ihr Ausnutzungsgrad $W(t)$ in diesem Falle und unter den gesetzten Prämissen im Einklang mit der Zunahme der (physikalischen) Arbeitsmenge $H_A(t)$ steigen. Infolgedessen nimmt der bereinigte Kapitalkoeffizient - der Maschinenbestand soll sich ja nicht verändern - wie der Kehrwert der statistischen Arbeitsergiebigkeit $\sigma(t)$ bzw. wie derjenige des Quadrates der Qualitätsfunktion der Rohstoffe ab. Die Anzahl

der Arbeitsplätze und die auf den durchschnittlichen Arbeitsplatz bezogene Kapitalintensität müssen notwendig wie die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte zeitinvariant bleiben. Alle übrigen Grundgrößen und Strukturkoeffizienten zeigen in formaler Hinsicht dieselbe Entwicklung wie in dem unter 331 311 behandelten Modell. Insbesondere wird durch die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe auch in diesem Fall ein technischer Fortschritt ausgelöst. Im übrigen sei auf Tabelle 10 verwiesen.

Der bereinigte Kapitalkoeffizient nimmt, wie ein Vergleich der beiden unter 331 311 und 331 312 behandelten Modelle zeigt, also eine andere Entwicklung, je nachdem die Unternehmer auf die mit dem Einsatz nettoproduktswirksamer qualitativ besserer Rohstoffe einhergehende Abnahme des Belastungsgrades der Arbeiter reagieren. Wird - unter sonst gleichbleibenden Bedingungen - entsprechend der Qualitätsverbesserung der Rohstoffe die Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte vergrößert, dann ist $\eta(t) = F_1^{-1}(t)$. Sehen sich die Unternehmer veranlaßt, die Tourenzahl, mit welcher die Maschinen gefahren werden, zu erhöhen, dann ist $\eta(t) = F_1^{-2}(t)$. Auf diesen Zusammenhang zwischen dem Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe und der Reaktion der Unternehmer hierauf im Hinblick auf die Organisation des Einsatzes der abhängigen Arbeit sei ausdrücklich aufmerksam gemacht. Daraus wird deutlich, daß es sich beim bereinigten Kapitalkoeffizienten in seiner naturalökonomischen Version um eine ökonomisch-technische Größe handelt.

Wie sich die gleichzeitig vorgenommene, allein durch nettoproduktswirksame Verbesserung der Rohstoffeigenschaften ausgelöste Vergrößerung von Maschinenzuteilung und Laufgeschwindigkeit der Maschinen auf die Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs auswirkt, ist aus Tabelle 10 zu ersehen.

331 320 Der Wertschöpfung des betrachteten Industriezweigs gegenüber indifferente Qualitätsverbesserungen der Rohstoffe

Neben den soeben behandelten nettoproduktswirksamen Verbesserungen der Rohstoffeigenschaften gibt es solche, von deren Veränderung die eigene Leistung des betrachteten Industriezweigs im naturalökonomischen Sinne nicht berührt wird. Hierunter sind verallgemeinernd alle die Eigenschaften der Rohstoffe zu verstehen, deren Verbesserung zu keiner Minderung der rohstoffbedingten, im Produktionsablauf auftretenden Reibungen und damit zu keiner Verkürzung der Durchlaufszeit einer bestimmten physikalischen Rohstoffmenge durch den Produktionsprozeß führt. Es handelt sich hierbei grundsätzlich um zwei Eigenschaftsgruppen der Rohstoffe, um die produktionsbedingte, rohstoffspezifische Abfallquote und um die ausschließlich den Gebrauchswert der Güter, in welche die Rohstoffe eingehen, beeinflussenden Eigenschaften.

331 321 Reduzierung der Abfallquote des Rohstoffeinsatzes durch Verwendung qualitativ besserer Rohstoffe

Ergibt sich infolge fortschreitender qualitativer Verbesserung der eingesetzten Rohstoffe derselben Art unter sonst gleichbleibenden Bedingungen eine anhaltende Reduzierung der produktionsbedingten Rohstoffabfallquote, dann nimmt bei unveränderlicher Qualität der Fertigerzeugnisse - was wegen der in dieser Untersuchung angewendeten Methode des sukzessiven Vorgehens vorausgesetzt sei - der mengenmäßige Rohstoffeinsatz $f(t)$ weniger schnell zu als das Nettoprodukt und damit

der Mengenausstoß an Gütern. Die Wertschöpfung kann in diesem Falle aber nur in Übereinstimmung mit der Erweiterung der aufgewendeten abhängigen Arbeitsmenge $H_A(t)$ expandieren, da außer bei den Rohstoffen keine direkte qualitative Veränderung irgendeines in den Produktionsprozeß mündenden Leistungsstromes zugelassen ist. Es ist also $N(t) \equiv \mathcal{N}(t) \equiv H_A(t)$ innerhalb der Zeitspanne, für welche die geltenden Bedingungen sinnvoll unterstellt werden dürfen. Mit den besseren Rohstoffen ist somit keinerlei werteschaffende Wirkung verbunden; $\mathfrak{G}(t) \equiv 1$. Der Rückgang der Abfallquote des Rohstoffeinsatzes über die Verwendung qualitativ besserer Rohstoffe führt aber dazu, daß zwischen der Entwicklung des Nettoproduktes bzw. des Güterausstoßes und derjenigen des mengenmäßigen - etwa in Tonnen gemessenen - Rohstoffverbrauchs ein immer stärker werdendes Gefälle entsteht. Dieses Gefälle entspricht der Qualitätsfunktion der Rohstoffe $F_1(t) \equiv F_A(t)$, wenn mit $F_A(t)$ die Verbesserung der Rohstoffeigenschaften bezeichnet wird, welche die Verminderung der Abfallquote bewirkt. Die relative zeitliche Veränderung des in einer bestimmten physikalischen Maßeinheit gemessenen Rohstoffverbrauchs ergibt sich daher zu $\mathcal{F}(t) \equiv H_A(t) \cdot F_A^{-1}(t)$. Gemäß (68) entwickelt sich infolgedessen der Rohstoffeinsatz im naturalökonomischen Sinne im gleichen Maße wie der Güterausstoß $F(t) \equiv N(t) \equiv H_A(t)$.

Da auch die übrigen sachlichen Aufwendungen in Übereinstimmung mit der Zunahme des Güterausstoßes erweitert werden müssen, führt diese Substitution von Rohstoffen bestimmter Art durch bessere Rohstoffe derselben Art zu keinem wertesparenden Effekt. Da sie außerdem - wie schon gezeigt ist - keine werteschaffende Wirkung zeitigt, bleibt in diesem Falle (vgl. (58)) neben der Qualität der abhängigen Arbeit auch diejenige der pro-

duktionsbezogenen Unternehmerarbeit zeitinvariant. Man hat es hierbei also mit einer uneigentlichen Intra-Faktorsubstitution zu tun, die als solche im Hinblick auf den technischen Fortschritt indifferent ist.

> Bleibt somit bei dieser uneigentlichen Intra-Faktorsubstitution die naturalökonomische Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses zeitinvariant, so kann sich durch sie - wie in Parenthese ergänzend erwähnt sei - gleichwohl die sozialökonomische Wirtschaftlichkeit des Verfahrens verbessern. Dies ist etwa - um nur eine einfache Variante aufzuzeigen - dann der Fall, wenn der Preisindex des Nettoproduktes im selben Maße wie der Stundenlohnsatz und der Preisindex der übrigen sachlichen Aufwendungen im Zeitablauf zunimmt, die Rohstoffpreise aber fallen. Bei einer solchen Entwicklung der Preise bietet sich der Übergang zu qualitativ besseren, d.h. relativ weniger Abfall verursachenden Rohstoffen unter dem Gesichtspunkt der K o s t e n geradezu an.

Die übrigen hier interessierenden Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs entwickeln sich formal wie im Modell der Erweiterung des Produktionsverfahrens durch Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen (vgl. Tabelle 1, Spalte 1). Insbesondere bleibt also der bereinigte Kapitalkoeffizient identisch konstant.

331 322 Nicht-nettoproduktswirksame Qualitätsverbesserungen der Erzeugnisse durch Einsatz höherwertiger Rohstoffe

Zur Verwendung von Rohstoffen besserer Eigenschaften kann auch übergegangen werden, um auf diese Weise den Gebrauchswert der produzierten Erzeugnisse zu steigern. Diese Substitution von Rohstoffen durch bessere Rohstoffe derselben Art braucht einmal zu keiner Beeinflussung des Produktionsverfahrens zu führen, und zum anderen kann die Steigerung des Gebrauchswertes der Produkte ausschließlich von den Rohstoffen abhängen, welche in die erstellten Güter eingehen. Beides sei im Sinne der Isoliermethode einschränkend zur Bedingung gesetzt. Es ist etwa daran gedacht, daß es durch Züchtung[1] gelingt, Naturfasern derselben, bereits verwendeten Arten mit geringerer Quellung zu schaffen, wodurch die Gebrauchsdauer der aus diesen besseren Rohstoffen gefertigten Produkte verlängert wird, weil die Fasern in nassem Zustand (etwa beim Waschprozeß) weniger leiden, ohne daß hierfür weitere Bearbeitungsvorgänge erforderlich sind oder eine Veränderung der rohstoffbedingten Frriktionen bei der Gütererstellung stattfindet. In einem solchen Falle läuft - bildhaft gesprochen - die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe vollkommen neutral durch den Produktionsprozeß. - Ob mit einer solchen Gebrauchswertsteigerung auch eine Zunahme des Tauschwertes der erzeugten Güter verbunden ist, kann nur beurteilt werden, wenn die Verhältnisse auf den Absatzmärkten berücksichtigt werden, also zur sozialökonomischen Betrachtung übergegangen wird. -

---

1) Die Weiterentwicklung von Chemiefasern, sofern sie zu Fasern anderer Art führt, ist in diesem Zusammenhang nicht zugelassen.

Diese Art Qualitätsverbesserung der durch den betrachteten Industriezweig erstellten Güter muß von den bereits erwähnten Qualitätsverbesserungen unterschieden werden, da sie in keinem direkten Zusammenhang mit der eigenen Leistung (im Sinne der Wertschöpfung) dieses Industriezweigs steht und infolgedessen auch keine nettoproduktsbezogene Qualitätsverbesserung darstellt. Sie wird nur möglich durch eine qualitative Leistungssteigerung des vorgelagerten rohstofferzeugenden Sektors bzw. durch Inanspruchnahme eines größeren naturalökonomischen Leistungsvolumens dieses Bereichs durch den betrachteten Industriezweig. Man kann sie daher als "rohstoffbezogene" Qualitätsverbesserung der erstellten Güter bezeichnen. Diese sei mit dem Symbol $F_B(t)$ gekennzeichnet. Sie ist allein auf die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe zurückzuführen und stimmt auch mit dieser überein.

In Paranthese sei darauf hingewiesen, daß eine solche reine sachaufwandsbezogene Qualitätsverbesserung der Fertigerzeugnisse nur über den Einsatz besserer R o h s t o f f e möglich ist. Eine Veränderung des Gebrauchswertes eines Gutes etwa allein über die Verwendung andersartiger Maschinen ist immer zugleich nettoproduktsbezogen, da sie nur eintreten kann, wenn der Be- bzw. Verarbeitungsgrad der Rohstoffe durch Maschinenarbeit modifiziert wird. Wenn eine reine sachaufwandsbezogene Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse allein durch den Einsatz besserer Rohstoffe eintreten kann, so ist dies darauf zurückzuführen, daß der Rohstoff, der im Produktionsprozeß in ein Produkt eingeht, in jedem Falle durch physikalische oder chemische Maßnahmen nachträglich in vollem Umfange wieder aus dem Erzeugnis isoliert werden kann. Die zur

Gütererstellung erforderliche lebendige Arbeit wie die in der Maschinenleistung vorgetane Arbeit sind indessen, sobald sie im Produktionsprozeß verbraucht sind, technisch nicht mehr auszusondern. Dasselbe gilt für den Energieverbrauch, der an die Maschinenleistung gekoppelt ist, und auch für den Gebäudeaufwand. Anders ausgedrückt gehen die personellen und die übrigen sachlichen Aufwendungen - wenn ein Vergleich mit chemischen Vorgängen erlaubt ist - im Prozeß der Gütererzeugung eine (enge) Verbindung miteinander ein, der Rohstoff dagegen mit den übrigen Leistungsströmen nur ein Mischungsverhältnis.

Da die qualitative Verbesserung der von dem betrachteten Industriezweig dargebotenen Erzeugnisse gegenüber dessen Wertschöpfung indifferent ist, kann mit ihr auch keine werteschaffende Qualitätsverbesserung der vereinigten Arbeit einhergehen. Nettoprodukt und erzeugte (physikalische) Gütermenge müssen sich daher in gleichem Maße entwickeln, in welchem die aufgewendete Arbeitsmenge $H_A(t)$ vergrößert wird. Es ist also $N(t) = \varkappa(t) = H_A(t)$, obgleich eine Qualitätssteigerung der Fertigprodukte gegeben ist. Ebenfalls im selben Tempo wie die Arbeitsmenge $H_A(t)$ müssen die Rohstoffmenge $f(t)$ und der naturalökonomische Umfang der übrigen sachlichen Aufwendungen erweitert werden. Für die relative zeitliche Veränderung der Gesamtheit der sachlichen Leistungsströme ergibt sich somit

$$C(t) = \frac{(c_o - f_o + f_o F_B(t))\, H_A(t)}{c_o} .$$

Der Sachaufwand insgesamt nimmt also bei dieser Art Qualitätsverbesserung der Rohstoffe wie der Fertigerzeugnisse schneller zu als die erstellte eigene

Leistung des betrachteten Industriezweigs. Demnach zeigt (vgl. (53)) der wertesparende Qualitätsfaktor der im Produktionsprozeß vereinigten lebendigen Arbeit

$$\varkappa(t) = \frac{c_o}{c_o - f_o + f_o F_B(t)}$$

mit zunehmender ausschließlich gebrauchswertbezogener Qualität der Rohstoffe fallende Tendenz. Mit ihm ist gemäß (55) auch der wertesparende Qualitätsfaktor der Unternehmerleistung

$$\varkappa_u(t) = \frac{c_o - f_o h_o (F_B(t) - 1)}{c_o - f_o + f_o F_B(t)}$$

rückläufig, weil die gegenüber der Wertschöpfung stärkere Expansion des sachlichen Aufwands ausschließlich auf eine unternehmerische Entscheidung zurückzuführen ist. Die Funktion $\varkappa_u(t)$ fällt somit schneller als die Funktion $\varkappa(t)$. Da der wertesparende Qualitätsfaktor der abhängigen Arbeit in diesem Falle zeitinvariant ist, muß sich auch für alle positiven t ein solches Gefälle von $\varkappa(t)$ nach $\varkappa_u(t)$ ergeben. Während aber der bei monoton zunehmender Qualitätsfunktion der Rohstoffe $F_B(t)$ monoton abnehmende wertesparende Qualitätsfaktor der vereinigten Arbeit $\varkappa(t)$ erst für $t \to \infty$ gegen Null konvergiert ($\lim_{t \to \infty} \varkappa(t) = o$), verschwindet $\varkappa_u(t)$ bereits für endliche positive t, d.h. dann, wenn $F_B(t)$ den Betrag $c_o f_o^{-1} h_o^{-1} + 1$ erreicht, bzw. zu dem Zeitpunkt, der sich bei bekannter Qualitätsfunktion der Rohstoffe aus $F_B(t) = (c_o + f_o h_o) f_o^{-1} h_o^{-1}$ errechnen läßt. Im Anschluß hieran ist - formal - die Funktion $\varkappa_u(t) < o$; sie konvergiert für $t \to +\infty$ gegen den Betrag $-h_o$, wenn die Qualitätsfunktion der Rohstoffe

$F_B(t)$ monoton steigt.[1)]

---

1) Der gegenüber $\varkappa(t)$ stärkere Abfall von $\varkappa_u(t)$ ergibt sich letztlich formal daraus, daß (vgl. (63)) die Gesamtheit der in den Produktionsprozeß eingehenden Arbeit als Summe der insgesamt verbrauchten abhängigen und selbständigen Arbeit aufgefaßt wird. Dabei sind die relativen zeitlichen Veränderungen dieser beiden Leistungsströme mit der Lohn- bzw. Gewinnsumme im Ausgangszeitpunkt der Betrachtung gewichtet. Gegen diese Auffassung dürfte a priori nichts einzuwenden sein. Insbesondere gibt es keine andere Möglichkeit, den unterschiedlichen absoluten Anteil der Unternehmer- und der abhängigen Arbeit im Prozeß der Gütererstellung zu erfassen als über diese Gewichte, da vor allem im Hinblick auf die Unternehmerarbeit das absolute Qualitätsniveau der Arbeit nicht gemessen werden kann. Ist aber das absolute Qualitätsniveau der Arbeit nur über bestimmte sozialökonomische Hilfsgrößen erfaßbar, dann bleibt nichts anderes übrig, als auf eben diese Hilfsgrößen zurückzugreifen, wenn man die lebendige Arbeit zusätzlich in ihre werteschaffende und in ihre wertesparende Teilmenge aufspaltet, wie es zur Ermittlung ihrer Qualitätsveränderung für erforderlich gehalten wird. Infolgedessen gehen auch in den werteschaffenden wie in den wertesparenden Qualitätsfaktor der lebendigen Arbeit (vgl. (52) und (54)) diese Gewichte ein. Das führt dazu, daß in dem augenblicklich behandelten Modell der wertesparende Faktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung für endliche t verschwindet. Dies tritt umso später ein, je größer unter sonst gleichen Bedingungen im zeitlichen Ausgangspunkt der Betrachtung die Gewinnsumme gegenüber der Lohnsumme ist, die jeweils für das absolute Qualitätsniveau der entsprechenden Arbeitsarten stehen. Ganz davon abgesehen, daß - durch die Unmöglichkeit einer anderen Messung des absoluten Qualitätsniveaus des Faktors Arbeit bedingt - die entsprechenden Indices dem Unabhängigkeitskriterium nicht genügen (vgl. S. 49), wird nicht verkannt, daß dieses Ergebnis wie überhaupt das formale Verschwinden des Koeffizienten $\varkappa_u(t)$ nicht befriedigt. Negative Qualitäten sind nun einmal nicht definiert. Indessen hat sich gezeigt, daß die Auffassung, die den Gleichungen (39) bis (59) zugrundeliegt, in allen übrigen Modellen zu sinnvollen und auch proportionsgerechten Aussagen führt. - Mehr wird man von Indexzahlen, die notwendig das Unabhängigkeitskriterium nicht erfüllen können, nicht fordern dürfen. - Infolgedessen besteht keine Veranlassung, von dieser

Fortsetzung der Fußnote 1) von Seite 173

Auffassung abzugehen, wenn sie auch formal in dem soeben behandelten speziellen Fall zu keinem befriedigenden Ergebnis führt. Im übrigen sei noch auf folgendes hingewiesen: E r s t e n s kann unter den gegebenen Bedingungen die Qualität der Rohstoffe nur sehr langsam verbessert werden, weil Züchtungsergebnisse wegen des natürlichen Rhythmus sich nur in vergleichsweise langen Zeitspannen erzielen lassen. Berücksichtigt man die Kostenstruktur der Textilindustrie, dann verschwindet $\alpha_u(t)$ etwa für $1{,}350 \leq F_B(t) \leq 1{,}375$. Die Qualität der Rohstoffe muß somit um mehr als ein Drittel, also um relativ viel, verbessert werden, bevor $\alpha_u(t)$ negativ wird, und das Modell aufhört, sinnvoll zu sein. (Würde man $h_0 = 3/2$ setzen, also die Marxsche Mehrwertrate zugrundelegen, dann würde sich in der westdeutschen Textilindustrie insgesamt $F_B(t)$ etwa verdoppeln können). In der Zeitspanne, die vergeht, bevor $F_B(t)$ die kritische Schranke erreicht, dürfte aber das Modell schon durch Modifikationen anderer Art gesprengt sein. Z w e i t e n s ist nur in Sonderfällen eine Qualitätsverbesserung der Rohstoffe nicht nettoproduktswirksam; d.h., im allgemeinen ist eine gebrauchswertbezogene gleichzeitig auch eine nettoproduktswirksame Qualitätsverbesserung der Rohstoffe. D r i t t e n s entspricht der Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe mit dem Ziel, allein über diesen den Gebrauchswert der Erzeugnisse zu steigern, sehr weitgehend nicht dem tatsächlichen Verhalten der Unternehmer. Vielmehr wird im allgemeinen der Gebrauchswert der erstellten Produkte nicht über die Rohstoffe sondern über deren Bearbeitung vergrößert, also unter Ausnutzung der technischen Entwicklung im Maschinenbau und des Fortschritts der Chemie (z.B. Veredlung der Textilien). Dies läßt sich in etwa auch empirisch belegen. Der Verfasser schätzte auf der Grundlage der Außenhandelsstatistik die Qualitätsveränderung der von der westdeutschen Textilindustrie eingesetzten Baumwolle von 1950 bis 1960 ab und stellte einen tendenziellen Rückgang der Baumwollqualitäten fest. Da dieses Ergebnis im Hinblick auf die in dieser Zeitspanne zweifellos eingetretene Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse aus Baumwolle einigermaßen überraschte, wurde es mit dem Leiter der volkswirtschaftlichen Abteilung der Bremer Baumwollbörse, Herrn Dr. Kaup, diskutiert, der es als in Übereinstimmung mit den Erfahrungen seines Hauses stehend, das über technische Einrichtungen zur Messung von Qualitätsveränderungen der Baumwolle verfügt, bezeichnete. - Mit dieser Feststellung soll keines-

Da wohl Qualitätsverschlechterungen aber keineswegs negative Qualitäten definiert sind, hört das Modell spätestens dann auf, sinnvoll zu sein, wenn $\varkappa_u(t)$ verschwindet.

Zum selben Zeitpunkt wie $\varkappa_u(t)$ verschwinden auch die totale Qualität der Unternehmerarbeit

$$\gamma_u(t) = \frac{c_o - f_o h_o (F_B(t) - 1)}{c_o - f_o + f_o F_B(t)}$$

und die produktionsbezogene Unternehmerleistung

$$\alpha(t) = \frac{[c_o - f_o h_o (F_B(t) - 1)]\, H_A(t)}{c_o - f_o + f_o F_B(t)} .$$

Da $\gamma_A(t) = 1$ vorausgesetzt ist, folgt nach (64) für die naturalökonomische Aufwandsfunktion

---

Fortsetzung der Fußnote 1) von Seite 174

wegs behauptet werden, daß die Unternehmer in Anpassung an zeitlich begrenzte modische Wandlungen nicht Rohstoffe besserer, rein gebrauchswertbezogener Eigenschaften einsetzten. Diese Art Anpassung an die Erfordernisse der Absatzmärkte ist jedoch vorübergehender Natur. Wenn es sich um als langfristig erkannte Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten handelt, werden die Unternehmer nämlich zweifellos über das konstante fixe und nicht über das konstante zirkulierende Kapital, dem die Rohstoffe angehören, reagieren. Immerhin hat die (kurzfristige) Anpassung an modische Wandlungen eine solche Bedeutung, daß selbst die Planungsinstitutionen der Ostblockstaaten nicht umhin können, ihr Beachtung zu schenken. Es wird auch dort nicht verkannt, daß das Eingehen auf modische oder sonstige geltungsnutzenbezogene Wünsche der Endverbraucher zu einer Beeinträchtigung der Arbeitsproduktivität führen kann.
(Vgl. hierzu Maier, S., und Teuber, K., Produktivität und Mode in: Die Wirtschaft, Zeitung für Politik, Wirtschaft und Technik, Nr. 13, Jahrgang 19, 30. März 1964, S. 8).

$$K(t) = \frac{(l_o+c_o-f_o+f_oF_B(t))\ H_A(t)}{l_o+c_o} \quad .$$

Hieraus ergibt sich in Verbindung mit (65) für die Entwicklung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses

$$\vartheta_{(t)} = \frac{(l_o+c_o)}{l_o+c_o-f_o+f_oF_B(t)} \quad \text{mit } \vartheta(\infty) = o,$$

und nach Differentiation

$$\dot{\vartheta}_{(t)} = \frac{-f_o(l_o+c_o)\ \dot{F}_B(t)}{(l_o+c_o-f_o+f_oF_B(t))^2} \gtreqless o, \text{ je nachdem}$$

$$\dot{F}_B(t) \gtreqless o \text{ ist.}$$

Führt der Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe - ceteris paribus - lediglich zu einer nicht-nettoproduktswirksamen Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse des betrachteten Industriezweigs, dann geht mit ihm eine Senkung des technischen Niveaus des Produktionsverfahrens einher. In diesem Falle nimmt nämlich die Breite aller personellen und - mit Ausnahme der Rohstoffe - aller sachlichen Leistungsströme in Übereinstimmung mit dem Nettoprodukt zu, während der Rohstoffeinsatz um die Qualitätsverbesserung der Rohstoffe schneller steigt als der Güterausstoß. Dieses aus der naturalökonomischen Betrachtung der Zusammenhänge gewonnene Ergebnis ist zwingend. Über die Entwicklung der sozialökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses ist damit allerdings nichts ausgesagt.

Was die übrigen Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs anbelangt, sei wiederum auf Tabelle 10 verwiesen.

Damit sind auch die Wirkungen von qualitativen Verbesserungen allein im Rohstoffeinsatz auf die in diesem Zusammenhang interessierenden Grundgrößen und Strukturkoeffizienten isoliert erfaßt, wenn man sich auf die Verwendung von Rohstoffen derselben Art beschränkt, deren Mengenanteile am mengenmäßigen Gesamtverbrauch an Rohstoffen konstant bleiben. Die Kombination der erörterten Varianten ist aus Tabelle 10 ersichtlich. Werden unter den gegebenen Bedingungen qualitativ bessere Rohstoffe im Hinblick auf alle drei unterschiedenen Eigenschaftsgruppen eingesetzt, dann nimmt die wertesparende Qualität der Unternehmerarbeit wenigstens eine Zeitlang - jedoch von unten konkav - zu, wenn nur

$$\frac{c_o-f_o}{f_o}\,\dot{F}_V(o) = \frac{c_o-f_o}{f_o}\,(\dot{F}_{\xi}(o) + \dot{F}_{\eta}(o)) > \dot{F}_B(o), \text{ also}$$

für die Textilindustrie etwa

$\dot{F}_V(o) \geq 2\,\dot{F}_B(o)$ mit $\dot{F}_V(o) > o$ und $\dot{F}_B(o) > o$ ist, was im allgemeinen gegeben sein dürfte. Allerdings passiert, wenn $F_B(t)$ monton wächst, in diesem Falle die Funktion $\varkappa_u(t)$ ein Maximun, was wegen

$$\dot{\varkappa}_u(t) = \frac{c_o(h_o+1)\left[(c_o-f_o)\,\dot{F}_V(t) - f_o F_V^2(t)\,\dot{F}_B(t)\right]}{(c_o-f_o+f_o F_V(t)\,F_B(t))^2} \quad \text{mit}$$

$$F_V(t) = F_{\xi}(t)\,F_{\eta}(t)$$

zu dem Zeitpunkt durchlaufen wird, der sich bei bekannter Qualitätsfunktion der Rohstoffe aus

Tabelle 10

Die Wirkungen qualitativer Veränderungen im Rohstoffeinsatz bei unveränderlicher Qualität aller sonstigen Leistungen und konstanter Maschinenstückzahl auf die Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs.

Grundgrössen u. Strukturkoeffizienten	Einsatz quantitativ besserer Rohstoffe bewirkt:				
	Vergrösserung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte	Erhöhung der Laufgeschwindigkeit der Maschinen	Reduzierung der Rohstoffabfallquote	nicht-nettoproduktsmäss. Qualitätsveränderung der Erzeugnisse	Kombination dieser Möglichkeiten
$N(t)$	$F_f^1(t)\,H_A(t)$	$F_p^1(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f^1(t)\,F_p^2(t)\,H_A(t)$
$v(t)$	$F_f(t)$	$F_p(t)$	1	1	$F_f(t)\;F_p(t)$
$\mathcal{H}(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;F_p(t)\,H_A(t)$
$\sigma_A(t)$	1	1	1	1	1
$R(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;F_p(t)\,H_A(t)$
$D(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;F_p(t)\,H_A(t)$
$E(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;F_p(t)\,H_A(t)$
$F(t)$	$F_f^2(t)\,H_A(t)$	$F_p^2(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_B(t)\,H_A(t)$	$F_f^2(t)\;F_p^2(t)\,F_B(t)\,H_A(t)$
$f(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)\,F_A^{-1}(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;F_p(t)\;H_A(t)\;F_A^{-1}(t)$
$C(t)$	$\dfrac{(c_0-f_0+f_0F_f(t))\,F_f(t)\,H_A(t)}{c_0}$	$\dfrac{(c_0-f_0+f_0F_p(t))F_p(t)H_A(t)}{c_0}$	$H_A(t)$	$\dfrac{(c_0-f_0+f_0F_B(t))\,H_A(t)}{c_0}$	$\dfrac{(c_0-f_0+f_0F_f\,F_p\,F_B)\,F_f\,F_p\,H_A}{c_0}$
$\varkappa_A(t)$	1	1	1	1	1
$\gamma_A(t)$	1	1	1	1	1
$\varphi_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$
$\sigma_A(t)$	$(h_0+1)\,F_f^2(t)-h_0$	$(h_0+1)F_p^2(t)-h_0$	1	1	$(h_0+1)\;F_f^1(t)F_p^2(t)-h_0$
$\varkappa_A(t)$	$\dfrac{[h_0(c_0-f_0)+c_0]F_f(t)-h_0(c_0-f_0)}{c_0-f_0+f_0F_f(t)}$	$\dfrac{[h_0(c_0-f_0)+c_0]F_p(t)-h_0(c_0-f_0)}{c_0-f_0+f_0F_p(t)}$	1	$\dfrac{c_0-h_0h_0(F_B(t)-1)}{c_0-f_0+f_0F_B(t)}$	$\dfrac{[c_0(h_0+1)-f_0h_0F_B]F_f\,F_p-h_0(c_0-f_0)}{c_0-f_0+f_0F_f\,F_p\,F_B}$
$\gamma_A(t)$	$\dfrac{c_0(h_0+1)\,F_f^2(t)-h_0(c_0-f_0+f_0F_f(t))}{c_0-f_0+f_0F_f(t)}$	$\dfrac{c_0(h_0+1)\,F_p^2(t)-h_0(c_0-f_0+f_0F_p(t))}{c_0-f_0+f_0F_p(t)}$	1	$\dfrac{c_0-f_0h_0(F_B(t)-1)}{c_0-f_0+f_0F_B(t)}$	$\dfrac{c_0(h_0+1)\,F_f^2F_p^2-h_0(c_0-f_0+f_0F_f\,F_p\,F_B)}{c_0-f_0+f_0F_f\,F_p\,F_B}$
$\varkappa(t)$	$\dfrac{c_0F_f(t)}{c_0-f_0+f_0F_f(t)}$	$\dfrac{c_0F_p(t)}{c_0-f_0+f_0F_p(t)}$	1	$\dfrac{c_0}{c_0-f_0+f_0F_B(t)}$	$\dfrac{c\,F_f\,F_p}{c_0-f_0+f_0\,F_f\,F_p\,F_B}$
$\alpha(t)$	$\dfrac{[c_0(h_0+1)\,F_f^2(t)-h_0(c_0-f_0+f_0F_f(t)]\,H_A(t)}{c_0-f_0+f_0F_f(t)}$	$\dfrac{[c_0(h_0+1)\,F_p^2(t)-h_0(c_0-f_0+f_0F_p(t)]\,H_A(t)}{c_0-f_0+f_0F_p(t)}$	$H_A(t)$	$\dfrac{[c_0-f_0h_0(F_B(t)-1)]\,H_A(t)}{c_0-f_0+f_0F_B(t)}$	$\dfrac{[c_0(h_0+1)\,F_f^2F_p^2-h_0(c_0-f_0+f_0F_f\,F_p\,F_B)]\,H_A}{c_0-f_0+f_0\,F_f\,F_p\,F_B}$
$K(t)$	$\dfrac{[h_0+(c_0-f_0+f_0F_f(t))\,F_f(t)]H_A(t)}{h_0+c_0}$	$\dfrac{[h_0+(c_0-f_0+f_0F_p(t))F_p(t)]\,H_A(t)}{h_0+c_0}$	$H_A(t)$	$\dfrac{(h_0+c_0-f_0+f_0F_B(t))\,H_A(t)}{h_0+c_0}$	$\dfrac{[h_0+(c_0-f_0+f_0\,F_f\,F_p\,F_B)\,F_f\,F_p\,]\,H_A}{h_0+c_0}$
$\vartheta(t)$	$\dfrac{(h_0+c_0)\,F_f^2(t)}{h_0+(c_0-f_0+f_0F_f(t))\,F_f(t)}$	$\dfrac{(h_0+c_0)\,F_p^2(t)}{h_0+(c_0-f_0+f_0F_p(t))\,F_p(t)}$	1	$\dfrac{h_0+c_0}{h_0+c_0-f_0+f_0F_B(t)}$	$\dfrac{(h_0+c_0)\,F_f^1F_p^2}{h_0+(c_0-f_0+f_0\,F_f\,F_p\,F_B)\,F_f\,F_p}$
$T(t)$	$F_f^{-1}(t)H_A^{-1}(t)$	$F_p^{-1}(t)\,H_A(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$F_f^{-1}(t)\;F_p^{-1}(t)H_A^{-1}(t)$
$\Delta(t)$	$\bar{N}(t)$	$\bar{N}(t)$	$\bar{N}(t)$	$\bar{N}(t)$	$\bar{N}(t)$
$H_{\mathcal{P}}(t)$	$F_p(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;H_A(t)$
$\psi(t)$	$F_f(t)\,H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$H_A(t)$	$F_f(t)\;H_A(t)$
$\eta(t)$	$F_f^{-1}(t)$	$F_p^{-1}(t)$	1	1	$F_f^{-1}(t)\;F_p^{-1}(t)$
$\varphi(t)$	$F_f^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$F_p^{-1}(t)\,H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$H_A^{-1}(t)$	$F_f^{-1}(t\;F_p^{-1}(t)\;H_A^{-1}(t)$
$\xi(t)$	$F_f(t)$	1	1	1	$F_f(t)$
$P(t)$	$F_f^{-1}(t)$	1	1	1	$F_f^{-1}(t)$
$\lambda(t)$	$F_f(t)$	1	1	1	$F_f(t)$

$$\frac{\dot{F}_V(t)}{F_V^2(t)} = \frac{f_o}{c_o - f_o} \dot{F}_B(t)$$ errechnen läßt.

Zusammenfassend läßt sich darüber hinaus sagen, daß der Übergang zu Rohstoffen besserer Qualität im abgegrenzten Sinne sich durchaus auf die Wertschöpfung des betrachteten Industriezweiges auswirken kann, daß aber hiervon die (werteschaffende) Qualität der abhängigen Arbeit nicht berührt wird. Infolge dieser Wirkung auf das Nettoprodukt kann auch der bereinigte Kapitalkoeffizient wie die auf die Anzahl der Arbeitspläne bezogene Kapitalintensität durch (nettoproduktswirksame) Qualitätsverbesserungen der Rohstoffe modifiziert werden. Dadurch wird die bei Messungen des Kapitalbestands eines e i n z e l n e n Industriezweigs häufig angelegte Arbeitshypothese einer Konstanz des Kapitalkoeffizienten im Zeitablauf weiter erschüttert.

Wie schon erwähnt lassen sich die Wirkungen, die vom Rohstoffeinsatz auf den Produktionsprozeß ausgehen, unter den gesetzten einschränkenden Rahmenbedingungen, insbesondere unter der Voraussetzung eines qualitativ unveränderlichen Maschinenbestandes, nicht erfassen, wenn entweder die (physikalischen) Mengen der einzelnen Rohstoffarten ungleichmäßig erweitert werden oder während der Beobachtungszeit neuartige Rohstoffe Verwendung finden. Die mit solchen Strukturveränderungen einhergehenden qualitativen Veränderungen im Rohstoffeinsatz erzwingen im allgemeinen nämlich eine Veränderung der Struktur des Maschinenbestandes. Da jedoch in den drei generalisierend unterschiedenen Merkmalsgruppen (vgl. S.155) alle Rohstoffeigenschaften und somit auch diejenigen neuartiger Rohstoffe enthalten sind, kann diese Lücke dadurch geschlossen werden, daß man die soeben behandelte Modellgruppe mit den Modellen

Die Wirkungen der unter 351222 und 351223 erörterten wertschaffenden Qualitätsverbesserungen des Faktors Arbeit in Verbindung mit Qualitätsveränderungen im Rohstoffeinsatz auf die wichtigsten Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs.

Es ist : $\bar{\bar{\sigma}}_u(H) = \sigma_{u,F}(H)\,\sigma_{u,V}(H)\,\sigma_{u,\Pi}(H)$; $\sigma_u(H) = \bar{\sigma}_u(H) = \left[(h_o+1)F_F^2(H)F_\Pi^2(H) - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u(H) = \left[(h_o+1)F_F^2(H)F_\Pi^2(H) - h_o\right]\sigma_{u,F}(H)\sigma_{u,V}(H)\sigma_{u,\Pi}(H)$; $\sigma_A(H) = \bar{\sigma}_A(H) = \sigma_{A,F}(H)\,\sigma_{A,V}(H)\,\sigma_{A,\Pi}(H)\,\sigma_{A,V}(H)$ mit $\sigma_{A,V}(H) \equiv \nu_4(H)$.

Hieraus folgt :

$$\sigma(H) = \frac{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\bar{\sigma}_A}{h_o+1}\,,\qquad N(H) = \frac{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\bar{\sigma}_A H_A}{h_o+1}\,,$$

$$R(H) \equiv D(H) \equiv E(H) = \frac{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\bar{\sigma}_A H_A}{(h_o+1)\nu_4}\,,\qquad F(H) = \frac{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\bar{\sigma}_A H_A F_B}{(h_o+1)\nu_4}\,,$$

$$C(H) = \frac{\left\{\left\{(c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\} + f_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}F_B\right\}\right\}\bar{\sigma}_A H_A}{c_o(h_o+1)\nu_4}\,,$$

$$x_u(H) = \frac{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\left[c_o(h_o+1)\nu_4 - f_o h_o F_B\right] - h_o(c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}}{(c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\} + f_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}F_B}\,,$$

$$x(H) = \frac{c_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\nu_4}{(c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\} + f_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}F_B}\,,$$

$$K(H) = \frac{\left\{\left\{l_o(h_o+1)\nu_4 + (c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\} + f_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}F_B\right\}\right\}\bar{\sigma}_A H_A}{(h_o+1)(l_o+c_o)\nu_4}\,,$$

$$\vartheta(H) = \frac{(l_o+c_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\nu_4}{l_o(h_o+1)\nu_4 + (c_o-f_o)\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\} + f_o\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F^2F_\Pi^2 - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}F_B}\,,$$

$$\Pi(H) = \frac{(h_o+1)\nu_4}{\left\{h_o + \left[(h_o+1)F_F F_\Pi - h_o\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\right\}\bar{\sigma}_A H_A}$$

kombiniert, in welchen qualitative Veränderungen der anderen Aufwandsströme isoliert betrachtet werden.

Nunmehr können die Wirkungen, die vom Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe derselben Art auf den Produktionsprozeß ausgehen, mit den Wirkungen der bereits behandelten, von den Qualitätsveränderungen der Sachgüter unabhängigen Qualitätsverbesserungen des Faktors vereinigte lebendige Arbeit kombiniert werden, wodurch der Abstraktionsgrad der Überlegungen weiter abnimmt. Diese Kombination soll in Übereinstimmung mit der Vereinbarung, jeweils nur ein Datum bzw. eine Datengruppe zu verändern, in zwei aufeinanderfolgenden Schritten durchgeführt werden. Zunächst wird (vgl. Seite 180) der Zusammenhang zwischen dem Einsatz qualitativ besserer Rohstoffe und der werteschaffenden Qualitätsverbesserung der vereinigten Arbeit im Hinblick auf die für die Ermittlung des naturalökonomischen Umfanges des Maschinenbestandes wichtigen Grundgrößen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs aufgezeigt. Hieraus ist insbesondere zu ersehen, daß die Beeinträchtigung der originären wertesparenden Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerleistung durch den Einsatz nichtnettoproduktswirksamer besserer Rohstoffe durchaus ausgeglichen, ja sogar überkompensiert werden kann, wenn es den Unternehmern gelingt, durch Steuerung einer möglichen Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit die Qualität der Fertigerzeugnisse durch eine Reduzierung des Anteils von Ware zweiter Wahl bzw. des Ausschusses zu verbessern, was ja - wie gesagt - mit einem der Unternehmerleistung originär zuzurechnenden wertesparenden Effekt verbunden ist. Werden in einem zweiten Schritt neben den werteschaffenden auch noch die wertesparenden Wirkungen einer qualitativen Verbesserung der vereinigten lebendigen Arbeit im Zusammenhang mit dem Einsatz besserer Rohstoffe auf den

Produktionskreislauf berücksichtigt, (vgl. S.138), dann kann der negative Einfluß des Einsatzes von Rohstoffen ausschließlich besserer gebrauchswertbezogener Eigenschaften auf den originären wertesparenden Qualitätsfaktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung weiter abgeschwächt werden. In diesem Falle erfolgt der Ausgleich - abgesehen von der schon erwähnten werteschaffenden Art Qualitätsverbesserung der abhängigen Arbeit - durch Intensivierung und Wiederholung der Rohstoffbearbeitung sowie durch sonstige, von den Unternehmern zu ergreifende Maßnahmen zur Verminderung des Rohstoffverbrauchs gegenüber der Entwicklung des Nettoprodukts. - Aus dieser in zwei Schritten vollzogenen Kombination der verwendung besserer Rohstoffe mit der Gesamtheit der bereits behandelten Möglichkeiten einer Veränderung des Produktionsverfahrens wird vor allem deutlich, daß auch der vom Absatzmarkt erzwungene, also letztlich vom Begehren der Endverbraucher ausgehende Einsatz höherwertiger, jedoch gegenüber dem Ablauf der Gütererstellung indifferenter Rohstoffe letzten Endes zu keiner Verschlechterung der naturalökonomischen Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses zu führen braucht. Dies ist jedoch - unter der immer noch geltenden Voraussetzung eines in jeder Hinsicht zeitinvarianten Maschinenbestandes - nur dann gegeben, wenn diese Art Verbesserung der verwendeten Rohstoffe insbesondere mit einer Zunahme ihres Be- bzw. Verarbeitungsgrades gekoppelt ist. Eine solche Kombination von produktionsbezogener Verfahrens- und Intra-Faktor-Substitution dürfte realiter auch im allgemeinen wirksam werden.

Die Wirkungen der unter 351220 erörterten Qualitätsverbesserungen des Faktors Arbeit in Verbindung mit Qualitätsveränderungen im Rohstoffeinsatz auf die wichtigsten Grundgrössen und Strukturkoeffizienten des Produktionskreislaufs.

Es ist : $\sigma(t) = \dfrac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A}{h_0+1} = \dfrac{(h_0+\bar{\sigma}_u)\bar{\sigma}_A}{h_0+1}$ mit $\sigma_u(t) = \bar{\sigma}_u(t) = [(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u$, $\bar{\bar{\sigma}}_u(t) = \sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,\eta}$. und $\sigma_A(t) = \bar{\sigma}_A(t) = \sigma_{A,\xi}(t)\,\sigma_{A,\psi}(t)\,\sigma_{A,\eta}(t)\,\sigma_{A,\nu}(t)$ wobei $\sigma_{A,\nu}(t) \equiv v_4(t)$ ist,

$$M(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A H_A}{h_0+1}\ ,\quad R(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A H_A}{(h_0+1)\varkappa_R v_2 v_4}\ ,\quad D(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A H_A}{(h_0+1)\varkappa_D v_3 v_4}\ ,\quad E(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A H_A}{(h_0+1)\varkappa_E v_2 v_4} \text{ und}$$

$$F(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}F_B\bar{\sigma}_A H_A}{(h_0+1)\varkappa_F v_1 v_2 v_4}$$ mit $\varkappa_R = \varkappa_{A,R}\varkappa_{u,R}$, $\varkappa_D = \varkappa_{A,D}\varkappa_{u,D}$, $\varkappa_E = \varkappa_{A,E}\varkappa_{u,E}$ und $\varkappa_F = \varkappa_{A,F}\varkappa_{u,F}$.

Hieraus folgt:

$$C(t) = \frac{\{\{(r_0\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F + d_0\varkappa_R\varkappa_E\varkappa_F + e_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_F)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}v_1 + f_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E F_B\}\}\bar{\sigma}_A H_A}{c_0(h_0+1)\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F v_1 v_2 v_4}\ ,$$

$$\varkappa(t) = \frac{c_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F v_1 v_2 v_4}{(r_0\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F + d_0\varkappa_R\varkappa_E\varkappa_F + e_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_F)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}v_1 + f_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E F_B}\ ,$$

$$\varkappa_u(t) = \frac{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_{u,R}\varkappa_{u,D}\varkappa_{u,E}[(h_0+1)(r_0\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E})\varkappa_{u,F}v_1 v_2 v_4 - f_0 h_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}F_B] - h_0(r_0\varkappa_D\varkappa_E + d_0\varkappa_R\varkappa_E + e_0\varkappa_R\varkappa_D)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_F v_1}{(r_0\varkappa_D\varkappa_E + d_0\varkappa_R\varkappa_E + e_0\varkappa_R\varkappa_D)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_F v_1 + f_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E F_B}\ ,$$

$$K(t) = \frac{[[c_0 h_0(h_0+1)\varkappa_{A,R}^2\varkappa_{A,D}^2\varkappa_{A,E}^2\varkappa_{A,F}^2\varkappa_{u,R}\varkappa_{u,D}\varkappa_{u,E}\varkappa_{u,F}v_1 v_2 v_4 + (r_0\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E})\{\{(r_0\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F + d_0\varkappa_R\varkappa_E\varkappa_F + e_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_F + f_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}v_1 + f_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E F_B\}\}]]\bar{\sigma}_A H_A}{(h_0+1)(h_0+c_0)(r_0\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E})\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F v_1 v_2 v_4}\ ,$$

$$\vartheta(t) = \frac{(h_0+c_0)(r_0\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E})\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F v_1 v_2 v_4}{c_0 h_0(h_0+1)\varkappa_{A,R}^2\varkappa_{A,D}^2\varkappa_{A,E}^2\varkappa_{A,F}^2\varkappa_{u,R}\varkappa_{u,D}\varkappa_{u,E}\varkappa_{u,F}v_1 v_2 v_4 + (r_0\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + d_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,E}\varkappa_{A,F} + e_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,F} + f_0\varkappa_{A,R}\varkappa_{A,D}\varkappa_{A,E})\{\{(r_0\varkappa_D\varkappa_E\varkappa_F + d_0\varkappa_R\varkappa_E\varkappa_F + e_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_F + f_0\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E)\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}v_1 + f_0\{h_0+[(h_0+1)F_\xi^2 F_\eta^2 - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\varkappa_R\varkappa_D\varkappa_E F_B\}\}}\ ,$$

$$T(t) = \frac{(h_0+1)\varkappa_R v_2 v_4}{\{h_0+[(h_0+1)F_\xi F_\eta - h_0]\bar{\bar{\sigma}}_u\}\bar{\sigma}_A H_A}$$

331 400 Gebäudeverschleiß und Energieverbrauch

Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung brauchen lediglich die Baulichkeiten berücksichtigt zu werden, welche zur Gütererstellung notwendig sind. Auch ihre Eigenschaften können - ähnlich wie die entsprechenden der Rohstoffe - in nettoproduktswirksamer Weise verbessert werden. So ist etwa der Einbau von Klimaanlagen in die Produktionsstätten mit einem schnelleren Durchlauf der textilen Rohstoffe durch den Produktionsprozeß verbunden, weil sich z.B. durch den Ausgleich von Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit die Anzahl der Fadenbrüche reduzieren läßt. Lärmvermindernde Vorrichtungen führen genauso wie Innenanstriche mit geeigneten Farben erfahrungsgemäß unter sonst gleichen Bedingungen zu einer Steigerung der Ausbringung. Die Verbesserung der nettoproduktswirksamen Eigenschaften der Fabrikationsgebäude ist wiederum den Unternehmern als originäre werteschaffende Qualitätsverbesserung ihrer produktionsbezogenen Leistung zuzurechnen. Sie soll jedoch, da sie im Hinblick auf die mit ihr verbundenen Aufwendungen in vertretbarer Weise vernachlässigt werden kann, nicht eigens in Ansatz gebracht, sondern als organisatorische Maßnahme der Unternehmer unter die entsprechenden bereits erörterten Fälle subsummiert werden. Das bedeutet, daß die Fabrikationsgebäude - durchaus im Einklang mit den Vorstellungen der Wirtschaftspraxis - als Maschinenumhüllungen aufgefaßt werden können. Ihr naturalökonomischer Umfang und ihr Verschleiß entwickeln sich damit unter sonst gleichen Bedingungen direkt proportional mit dem Umfang und dem Verschleiß des Maschinenbestandes.

Auch der Energieverbrauch interessiert hier nur insoweit als er im Zusammenhang mit der Gütererzeugung steht. Vor allem handelt es sich also um die Antriebs-

energie der Maschinen. Diese wird im wesentlichen in der Form von Elektrizität und Dampf eingesetzt. Während man bei der Elektrizität wohl kaum von qualitativen Veränderungen sprechen kann, ist es möglich, daß die Spannung des Dampfes im Zeitablauf Schwankungen ausgesetzt ist. Ihre Berücksichtigung würde jedoch zu einer eingehenden Auseinandersetzung mit physikalisch-technischen Problemen führen, was den Rahmen dieser Untersuchung sprengen würde.

332 000 Die Qualitätsfunktion des Maschinenbestandes und der allgemeine Ansatz zur Ermittlung der Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten

In 330 000 sind bisher unter der einschränkenden Bedingung eines in jeder Hinsicht zeitinvarianten Maschinenbestandes die Wirkungen, die von isoliert betrachteten qualitativen Veränderungen der Faktoren lebendige Arbeit und Rohstoffe auf den Produktionsprozeß ausgeübt werden, untersucht. Im Hinblick auf das Ziel dieser Analyse, den naturalökonomischen Umfang des Maschinenbestandes eines Industriezweiges zu ermitteln, liegt der Zweck dieser Überlegungen darin, an einfach gebildeten Modellen das Ineinandergreifen der einzelnen die Gütererzeugung ermöglichenden personellen und sachlichen Aufwendungen in den Griff zu bekommen und insbesondere kennen zu lernen, in welcher Weise durch die einzelnen Arten qualitativer Veränderungen dieser beiden Faktoren ceteris paribus und bei Veränderung der geleisteten Arbeitszeit und des Ausnutzungsgrades der Maschinen - die physikalischen Mengen der übrigen Leistungsströme modifiziert werden. Unter schrittweiser Verminderung des Abstraktionsgrades durch Kombination der einzelnen

einfachen Modelle ist die Betrachtung darüber hinaus immer weiter der Wirklichkeit angenähert. Eine qualitative Veränderung der Fabrikationsgebäude und der im Produktionsprozeß verbrauchten Energie ist dagegen ausdrücklich noch nicht berücksichtigt, da diese - vereinfachend betrachtet - im engen Zusammenhang mit der qualitativen Veränderung des Maschinenbestandes stehend gesehen bzw. als organisatorische Einflußnahme der Unternehmer auf den Ablauf des Produktionsprozesses aufgefaßt werden können.

Nachdem somit die wesentlichsten und durchschlagenden Wirkungen qualitativer Modifikationen der übrigen Faktoren auf den Produktionsprozeß erfaßt sind, kann nunmehr über diese die Ermittlung des Umfanges eines sich qualitativ verändernden Maschinenbestandes angegangen werden. - Zu diesem Zwecke erscheint es angebracht, zunächst aufzuzeigen, mit welchen Arten von qualitativen Wandlungen im Maschinenbestand gerechnet werden muß, um über ein Kriterium darüber zu verfügen, ob die im Anschluß daran herzuleitende Meßziffer für den Qualitätsfaktor der Maschinen den hinreichenden Bedingungen genügt, die sie erfüllen muß, um sinnvoll zu sein.

332 100 Einführung in das zusätzliche Problem

Findet eine qualitative Veränderung des Maschinenbestandes statt, so können - wie bei qualitativen Veränderungen der Rohstoffe (vgl. S.152) - einem solche unter einem bestimmten Gesichtspunkt zwei grundsätzlich voneinander zu unterscheidende Sachverhalte zugrundeliegen. Einmal können während der beobachteten Periode lediglich Maschinen derselben Art und desselben Verwendungszwecks eingesetzt werden, deren Leistungs-

fähigkeit im ökonomischen Sinne, also ihre Qualität, jedoch durch weitere Vervollkommnung ihrer Konstruktion laufend verbessert wird. Zum anderen ist es denkbar, daß vorher nicht bekannte Maschinen neuartigen Verwendungszweckes zum Einsatz gelangen, daß sich also das Güterbündel, das als Gesamtheit den Maschinenbestand ausmacht, sachlich verändert. Im allgemeinen und insbesondere langfristig wird die Kombination dieser beiden prinzipiellen Varianten - eines festumrissenen, sachlich unveränderlichen und eines sich sachlich verändernden Bündels von Maschinenarten und -typen - den realen Gegebenheiten entsprechen.

In Übereinstimmung mit der Vereinbarung, jeweils nur eine Bedingung zu variieren, soll das anstehende Problem, ein hinreichendes Kriterium für die Qualitätsfunktion der Maschinen herzuleiten, zunächst unter der vereinfachenden Voraussetzung gelöst werden, daß ausschließlich Maschinen derselben Art im Sinne eines festumrissenen, sachlich unveränderlichen Bündels von Gütern eingesetzt werden. Im Anschluß hieran werden die Überlegungen formaler Art durch den Fall zu ergänzen sein, in welchem auch der Einsatz neuartiger Maschinen zugelassen ist.

Schon die Verwendung qualitativ verändernder Maschinen derselben Art wirft wie jede Qualitätsveränderung eines jeden Gutes ein metrisches Problem auf. D.h., es ist die Frage zu beantworten, in welchem Umfange Qualitätsveränderungen im Maschinenbestand eine vom Index des statistisch-physikalischen "Mengengerüstes" der Maschinen abweichende Entwicklung der relativen zeitlichen Veränderung der naturalökonomischen Maschinenmenge, also des naturalökonomischen Umfangs des Maschinenbestandes bedingen. Diese Frage aber beinhaltet zwei Komponenten. Es ist erstens eine Antwort darauf zu

geben, wie der ökonomische Maßstab zur Messung qualitativ zeitinvarianter, von vornherein im ökonomischen Sinne nicht vergleichbarer physikalischer Teilmengen verschiedener Maschinenarten, aus denen sich der Gesamtbestand eines Industriezweigs zusammensetzt, aussehen muß. Zweitens muß angegeben werden, was unter einer qualitativen Veränderung des Maschinenbestandes insgesamt zu verstehen ist. Um diese zweite Komponente der aufgeworfenen Frage beantworten zu können, sollen alle wesentlichsten Fälle, beginnend bei dem am gröbsten vereinfachten Fall, sukzessiv bis zur möglichst vollständigen Erfassung der Realität fortschreitend, erörtert werden. Gelingt es auf diese Weise, eine einzige Maßzahl zur Messung aller wesentlichen Varianten des Einsatzes von Maschinen derselben Art, aber variabler Qualitäten und physikalischer Mengen der einzelnen, in den Gesamtbestand eingehenden Maschinenarten zu formulieren, dann genügt diese Meßformel den ökonomisch h i n r e i c h e n d e n Bedingungen, die sie erfüllen muß, um sinnvoll zu sein. Die erste Komponente der eingangs dieses Absatzes gestellten Frage wird sich dann als spezieller Fall der zweiten Komponenten ergeben.

Bevor daran gegangen wird, eine hinreichende Maßzahl zur Messung der Entwicklung des gesamten Maschinenbestandes eines Industriezweigs zu formulieren, sollen zwei Beziehungen eingeführt werden:
Zunächst soll formal die Qualitätsveränderung des gesamten betrachteten Maschinenbestandes eingeführt werden. Dann ergibt sich die absolute Entwicklung des aggregierten Bestandes im naturalökonomischen Sinne zu

$$(69) \quad q_t = q_o Q(t) = q_o \omega(t) M(t).$$

Hierin ist $q_o = \omega_o m_o$ der absolute naturalökonomische Umfang der aggregierten Maschinen im zeitlichen Ausgangs-

punkt der Betrachtung. m_o ist die aggregierte Maschinenstückzahl im statistisch-physikalischen Sinne zu eben diesem Zeitpunkt. ω_o stellt die durchschnittliche relative (im Sinne des Querschnitts) Qualitätsnorm - die absolute Messung eines Qualitätsniveaus ist ja nicht möglich - ebenfalls im Basis-zeitpunkt dar. Mit M(t) ist die relative zeitliche Veränderung der aggregierten Maschinenstückzahl bezeichnet und mit dem Symbol $\omega(t)$ wird der Index der aggregierten Qualitätsveränderung belegt. Q(t) ist die relative zeitliche Entwicklung des Umfanges des Maschinenbestandes des betrachteten Industriezweigs.

Der Index der statistisch-physikalischen Maschinenstückzahl M(t) wird formal definiert als Quotient aus der einfachen Summe der laufenden physikalischen Teilmengen von Maschinen der einzelnen n Maschinenarten ${}_i m_t = {}_i m_o \, M_i(t)$ (i=1,...,n) und aus der einfachen Summe derselben im Basiszeitpunkt eingesetzten n Teilmengen ${}_i m_o$. Es ist also:

$$(70) \quad M(t) = \frac{{}_i m_o \, M_1(t) + \ldots + {}_n m_o \, M_n(t)}{{}_1 m_o + \ldots + {}_n m_o} = \frac{\sum_{i=1}^{n} {}_i m_t}{\sum_{i=1}^{n} {}_i m_o} ,$$

wo ${}_i m_t = {}_i m_o \, {}_i M(t)$ (i=1,...,n) die absolute Entwicklung der Stückzahl einer einzigen Maschinenart ist.

In Verbindung mit dem unter (69) gesagten folgt aus (70)

$$(70a) \quad m_o = \sum_{i=1}^{n} {}_i m_o .$$

Die absolute Entwicklung der aggregierten Anzahl der Maschinen ergibt sich aus (70) und 70a) zu

$$(70b) \quad m_t = m_o M(t).$$

Zur formalen Erfassung der relativen zeitlichen Entwicklung des Umfanges des Maschinenbestandes ist es, da die Veränderung der aggregierten Stückzahl der Maschinen als bekannt vorausgesetzt ist, zweckmäßig, die Qualitätsveränderung der Gesamtheit der vorhandenen Maschinen zunächst einmal formal zu ermitteln. Dies soll wieder auf die Weise angegangen werden, daß jeweils nur eine Bedingung variiert wird. Auf diesem Wege wird es möglich, alle wesentlichen Fälle zu erfassen.

Zunächst sei aus didaktischen Gründen unterstellt, daß der Maschinenbestand in jeder Hinsicht zeitinvariant sein soll. D.h., der Index der aggregierten Qualitätsveränderung (Qualitätsfunktion) der Maschinen $\omega(t)$ muß während der ganzen Beobachtungsperiode identisch konstant, also identisch eins sein. Das bedeutet aber auch, daß die Indices der Qualitätsveränderungen der einzelnen in den Bestand eingehenden Maschinenarten, die mit $\omega_i(t)$ (i=1,...,n) bezeichnet werden sollen, ebenfalls zeitinvariant bleiben müssen. Es ist demnach

$$\omega_1(t) = \omega_2(t) = \ldots = \omega_n(t) = \omega(t) = 1 \text{ bzw.}$$

$$\dot{\omega}_1(t) = \dot{\omega}_2(t) = \ldots = \dot{\omega}_n(t) = \dot{\omega}(t) = 0 \text{ für alle } t \geq 0,$$

wenn die $\dot{\omega}_i(t)$ als die ersten Differentialquotienten der $\omega_i(t)$ nach der Zeit aufgefaßt werden.

Unter diesen Prämissen lassen sich sinnvoll nur zwei spezielle Fälle unterscheiden:

1) Auch die Stückzahlen der vorhandenen Maschinen verändern sich nicht. Es ist also in der verwendeten Schreibweise und unter Berücksichtigung der vereinbarten Normierung:
$M_1(t) = M_2(t) = \ldots = M_n(t) = M(t) = 1$ für alle nicht negativen t.

Schon dieser einfachste, bislang unter 330 000 unterstellte, jedoch am weitesten von der Realität des Wirtschaftsgeschehens entfernte Fall wirft das Kernproblem der Mengenmessung im ökonomischen Sinne auf. Auch wenn sich - wie an dieser Stelle vorausgesetzt die Qualitäten der einzelnen Maschinenarten nicht verändern, sind diese Teilmengen ökonomisch nicht unmittelbar vergleichbar. Sie werden es erst, wenn man die qualitativen Unterschiede, die zwischen den einzelnen Maschinenarten im zeitlichen Ausgangspunkt der Betrachtung und damit in Verbindung mit den augenblicklich geltenden Bedingungen über die ganze Dauer der Beobachtung bestehen, berücksichtigt. Diese Qualitätsunterschiede können formal durch die eingeführten, material aber noch nicht definierten relativen Qualitätsnormen der einzelnen Maschinenarten, die im Basiszeitpunkt gelten, erfaßt werden. Sie seien mit dem Symbol ${}_i\omega_o (i=1,\ldots n)$ bezeichnet. Das Produkt aus der Stückzahl und der relativen Qualitätsnorm der einzelnen Maschinenarten im Basiszeitpunkt ${}_i\omega_o \cdot {}_im_o (i=1,\ldots,n)$ stellt dann den naturalökonomischen Umfang der einzelnen Maschinenarten dar. Diese Mengengrößen im naturalökonomischen Sinne sind vergleichbar und daher auch im strengen Sinne addierbar. Ihre Summe ist der Umfang des Maschinenbestandes des betrachteten Industriezweigs. Nun läßt sich auch die relative zeitliche Veränderung dieses Umfanges des Maschinenbestandes unter den geltenden Voraussetzungen schreiben als

$$(71)\quad Q(t) = \frac{{}_1\omega_o\ {}_1m_o + \ldots + {}_n\omega_o\ {}_nm_o}{{}_1\omega_o\ {}_1m_o + \ldots + {}_n\omega_o\ {}_nm_o} = 1 \text{ für alle } t \geqq o.$$

Da in diesem Falle eines k o n s t a n t e n Maschinenbestandes sowohl die Stückzahlen wie die

Qualitäten der einzelnen, den Gesamtumfang des Maschinenbestandes ausmachenden Maschinenarten zeitinvariant bleiben, darf sich auch der aggregierte Index des Bestandes nicht verändern. (71) steht damit unter den geltenden Voraussetzungen im Einklang mit (69) und (70).

2) Bei gleichbleibender Qualität der einzelnen Maschinenarten entwickeln sich deren Stückzahlen im g l e i c h e n Tempo. Es ist also

$M_1(t) \equiv M_2(t) \equiv \ldots \equiv M_n(t) \equiv M(t) \neq 1$ für alle $t > o$ bzw.
$\dot{M}_1(t) \equiv \dot{M}_2(t) \equiv \ldots \equiv \dot{M}_n(t) \equiv \dot{M}(t) \gtrless o$ für alle $t \geq o$,
je nachdem der Maschinenbestand im Zeitablauf zu- oder abnimmt.

Dies ist der Fall einer r e i n e n E r w e i t e r u n g des Maschinenbestandes, der unter 322 000 vorausgesetzt ist. Bei einer solchen beläuft sich der Umfang einer einzelnen Maschinenart im Beobachtungszeitpunkt auf ${}_iq_{t-1} = {}_i\omega_o \cdot {}_im_o \cdot M_i(t)$ $(i=1,\ldots,n)$ mit $M_i(t) = {}_im_t \cdot {}_im_o^{-1}$ als der relativen zeitlichen Veränderung der Stückzahl dieser Maschinenart. In Verbindung mit dem bereits gesagten ist damit der Index des aggregierten Umfanges des Maschinenbestandes des betrachteten Industriezweigs:

$$(72)\quad Q(t) = \frac{{}_1\omega_o \, {}_1m_o \, M_1(t) + \ldots + {}_n\omega_o \, {}_nm_o \, M_n(t)}{{}_1\omega_o \, {}_1m_o + \ldots + {}_n\omega_o \, {}_nm_o} .$$

M(t) nach Voraussetzung.

In diesem Falle entwickelt sich der Umfang des Maschinenbestandes wie seine Stückzahl (vgl.Tabelle 1, Spalte 2).

Wird angenommen, daß eine qualitative Veränderung des Maschinenbestandes stattfindet, dann sind im Prinzip wiederum zwei spezielle Fälle zu unterscheiden, von denen sich der eine in formaler Hinsicht nochmals untergliedern läßt.

1) In Übereinstimmung mit der vereinbarten Art des Vorgehens wird zunächst vorausgesetzt, daß sich bei gleichbleibender Qualität der einzelnen Maschinenarten ihr prozentualer Anteil an der insgesamt vorhandenen Maschinenstückzahl verändern möge. Diese u n g l e i c h m ä ß i g e E r w e i t e r u n g der einzelnen Maschinenarten ist also dadurch charakterisiert, daß sich mindestens eines der $M_i(t)$ $(i=1,\ldots,n)$ in einem anderen Wachstumstempo als alle übrigen entwickelt, wobei außerdem für die Teilqualitäten der Maschinenarten $\omega_1(t) \equiv \omega_2(t) \equiv \ldots \equiv \omega_n(t) \equiv \omega(t) \equiv 1$ im nach rechts offenen Intervall $t \geq 0$ gelten muß. In diesem Falle verändert sich notwendig die Struktur des Maschinenbestandes. Durch diese infolge ungleichmäßiger Erweiterung der Stückzahl der einzelnen Maschinenarten induzierten r e i n e n S t r u k t u r v e r ä n d e r u n g ergibt sich ein Qualitätswandel des Maschinenbestandes. Es ist demnach:

$$(73)\quad Q(t) = \frac{{}_1\omega_o\, {}_1m_o\, M_1(t) + \ldots + {}_n\omega_o\, {}_nm_o\, M_n(t)}{{}_1\omega_o\, {}_1m_o + \ldots + {}_n\omega_o\, {}_nm_o} = \frac{\sum_{i=1} {}_i\omega_o\, {}_im_o\, M_i(t)}{\sum_{i=1}^{n} {}_i\omega_o\, {}_im_o} = \omega(t)\, M(t).$$

Berücksichtigt man (69) und (70), dann ergibt sich für die durch reine Strukturveränderung induzierte Qualitätsveränderung des Maschinenbestandes

$$(73a)\ \omega(t) = \frac{Q(t)}{M(t)} \cdot \frac{\sum_i \omega_{o\ i}\, m_o\, M_i(t) \cdot \sum_i m_o}{\sum_i \omega_{o\ i}\, m_o \sum_i m_o M_i(t)} .$$

2) Wird angenommen, daß die Stückzahlen der einzelnen Maschinenarten im Zeitablauf invariant bleiben, also $M_1(t) = M_2(t) = \ldots = M_n(t) = M(t) = 1$ ist, daß sich aber gleichwohl ihre Qualitäten verändern, dann lassen sich formal zwei Unterfälle unterscheiden. Diese beiden speziellen Fälle sind dadurch gekennzeichnet, daß die Änderungsgeschwindigkeit aller Qualitäten der Maschinenarten gleich oder daß sie bei den einzelnen Maschinenarten verschieden ist. Bezeichnet man die relativen zeitlichen Veränderungen der einzelnen Teilqualitäten mit $\omega_i(t)$ $(i=1,\ldots,n)$, dann liegt

a) eine **gleichmäßige reine Qualitätsveränderung** des Maschinenbestandes vor, wenn unter den gegebenen Bedingungen

$\omega_1(t) = \omega_2(t) = \ldots = \omega_n(t) = \omega(t) \neq 1$ für alle $t > o$ bzw.

$\dot{\omega}_1(t) = \dot{\omega}_2(t) = \ldots = \dot{\omega}_n(t) = \dot{\omega}(t) \gtrless o$ für alle $t \geq o$ ist, je nachdem Qualitätsverbesserungen oder Qualitätsverschlechterungen stattfinden.

Der aggregierte Umfang des Maschinenbestandes entwickelt sich dann gemäß

$$(74)\ Q(t) = \frac{({}_1\omega_{o\ 1}m_o + \ldots + {}_n\omega_{o\ n}m_o)\,\omega(t)}{{}_1\omega_{o\ 1}m_o + \ldots + {}_n\omega_{o\ n}m_o} = \omega(t)$$

für alle nicht negativen t;

b) eine u n g l e i c h m ä ß i g e r e i n e Q u a l i t ä t s v e r b e s s e r u n g vor, wenn sich wenigstens eines der $\omega_i(t)$ $(i=1,\ldots,n)$ in einem anderen Tempo entwickelt als alle übrigen; die Veränderung des aggregierten Maschinenbestandes läßt sich dann durch die Meßziffer

$$(75)\quad Q(t) = \frac{{}_1\omega_o\ {}_1m_o\omega_1(t) = \ldots + {}_n\omega_o\ {}_nm_o\ {}_n(t)}{{}_1\omega_o\ {}_1m_o + \ldots + {}_n\omega_o\ {}_nm_o} = \frac{\sum {}_i\omega_o\ {}_im_o\omega_i(t)}{\sum {}_i\omega_o\ {}_im_o} = \omega(t)$$ erfassen.

Bleiben die Stückzahlen der einzelnen Maschinenarten konstant, verändern sich aber ihre Qualitäten, dann liegt eine reine (gleichmäßige oder ungleichmäßige) Verbesserung des Maschinenbestandes vor, die durch reine Verbesserungsinvestitionen zustandekommt. Die reinen V e r b e s s e r u n g s investitionen sind somit (vgl. 22)) definiert durch

$$(76)_v\quad Y_t = q_o\dot{\omega}(t)$$ (vgl. auch Seite 34, Fußnote 1).

Kombiniert man nun den Fall der r e i n e n S t r u k t u r v e r ä n d e r u n g mit demjenigen der u n g l e i c h m ä ß i g e n r e i n e n Q u a l i t ä t s v e r b e s s e r u n g des Maschinenbestandes, so erhält man alle denkbar möglichen Varianten des Problems unter der Prämisse, daß es sich nur um Maschinen derselben Art handelt. Es ergibt sich auf diese Weise für die relative zeitliche Veränderung des Umfanges des Maschinenbestandes im naturalökonomischen Sinne

$$(77)\quad Q(t) = \frac{\sum {}_i\omega_o\ {}_im_o\omega_i(t)M_i(t)}{\sum {}_i\omega_o\ {}_im_o} = \omega(t)\ M(t).$$

Damit ist zunächst gezeigt, daß die multiplikative Verknüpfung der aggregierten Qualitätsfunktion $\omega(t)$ mit dem Index des Mengengerüstes der Maschinen $\dot{M}(t)$ sinnvoll ist. Zum anderen aber werden in der ökonomischen Mengenindexzahl (77) im Gegensatz zu den allgemein gebräuchlichen "derivativen" Mengenmeßziffern mit Preisgewichten[1] keine effektiven mit fiktiven Größen verglichen. In (77) geht vielmehr in den Zähler eine Summe ein, die aus in sich ökonomisch vergleichbaren Produkten der Dimension [Menge] gebildet ist. In gleicher Weise sind die Produkte, deren Summe in den Nenner der Meßformel (77) eingeht, also diejenigen aus den absoluten Maschinenstückzahlen und den relativen Qualitätsnormen der einzelnen Maschinenarten jeweils im Basiszeitpunkt, effektive ökonomische Bestandsgrößen.

Es läßt sich nun nachweisen, daß der Ausdruck (77) allen Kriterien genügt, die eine Mengenindexzahl erfüllen muß, um ökonomisch sinnvoll zu sein. Da sie infolge der eingeführten, jedoch noch nicht material erklärten relativen Qualitätsnormen insbesondere das assoziative Kriterium erfüllt, kann mit ihr auch der bis jetzt ausgeklammerte Tatbestand unverzerrt erfaßt werden, daß im Verlaufe der Beobachtungsperiode vorher nicht bekannte Maschinenarten mit neuartigem Verwendungszweck eingesetzt werden.

Wäre es nun möglich, insbesondere die relativen Qualitätsnormen der einzelnen Maschinenarten im zeitlichen Ausgangspunkt der Betrachtung zu ermitteln, dann wäre hiermit die gestellte Aufgabe, den Umfang des Maschinenbestandes eines Industriezweiges zu ermitteln, in

---

1) Z.B. die Mengenindexzahlen des Paasche- oder des Laspeyres-Typs

formaler Hinsicht gelöst. Vor allem hätte es dann nicht des Umwegs über die Wirkzusammenhänge der einzelnen in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme und der Erörterung des Einflusses von deren qualitativen Veränderungen auf den Ablauf dieses Prozesses bedurft. Die Lösung des Problems einer Erfassung der relativen Qualitätsnormen scheitert jedoch daran, daß die einzelnen Maschinenarten im allgemeinen nur in dem einen Merkmal übereinstimmen, Hilfsmittel der lebendigen Arbeit bei der Gütererstellung zu sein. Diese Übereinstimmung in diesem einen Merkmal reicht zwar aus, das statistische Mengengerüst des Maschinenbestandes, also auch den Index der aggregierten Maschinenstückzahl (70) sinnvoll zu definieren, sie kann aber darüber hinaus keine Grundlage abgeben, auf welche die übrigen sich teilweise erheblich voneinander unterscheidenden Eigenschaften der einzelnen Maschinenarten eines ganzen Industriezweigs sinnvoll bezogen werden könnten. Konkreter ausgedrückt ist es unter Umständen möglich, über entsprechende technische Daten die relativen Qualitätsnormen einzelner im Hinblick auf ihren Verwendungszweck eng verwandter Maschinenarten (z.B. sämtlicher Webstuhltypen unter Bezug auf den m^2 Gewebe) zu ermitteln, ein qualitativer Leistungsvergleich zwischen Webaggregaten und etwa Spinnmaschinen dürfte hingegen kaum gelingen. Zur Lösung der Teilaufgabe, die relative zeitliche Veränderung des Umfanges des Maschinenbestandes eines Industriezweiges bestimmter Struktur zu ermitteln, bleibt daher - der Index des aggregierten Mengengerüstes der Maschinen M(t) ist ja als bekannt vorausgesetzt - kein anderer Weg als derjenige, die aggregierte Qualitätsfunktion $\omega(t)$ über den Wirkzusammenhang der Gesamtheit der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme zu bestimmen. Dieser Lösungsweg ist nach den vorausgegangenen Überlegungen ohne Schwierigkeit gangbar und führt

auch zu einer vollständigen Erfassung aller denkbar möglichen Fälle von Qualitätsveränderungen der Maschinen. Er soll nunmehr beschritten werden.

332 200 Die Isolierung der Qualitätsverbesserung der Maschinen aus dem Wirkzusammenhang der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme

Als unmittelbar bekannt sind das Nettoprodukt und die geleistete Arbeitszeit der abhängig Beschäftigten des betrachteten Industriezweigs und - letztlich mit Ausnahme des Maschinenverschleißes - die zur Ermittlung seiner Wertschöpfung notwendigen sachlichen Aufwendungen vorausgesetzt. Außerdem wird die Auffassung vertreten, daß es möglich sein sollte, die qualitative Veränderung der abhängigen Arbeit und die Einflußnahme der Unternehmer auf den Produktionsprozeß durch r e i n organisatorische Maßnahmen auf indirektem Wege ermitteln zu können. Schließlich ist unter der einschränkenden Bedingung eines in jeder Hinsicht zeitinvarianten Maschinenbestandes das Ineinandergreifen sämtlicher wesentlicher Input-Größen erarbeitet (vgl. S. 183). Infolgedessen muß es möglich sein, die Qualitätsverbesserung des Maschinenbestandes aus dem Wirkzusammenhang der in den Prozeß der Gütererzeugung mündenden naturalökonomischen Leistungsströme zu isolieren. Hierzu erscheint es angebracht, sich den Umstand nutzbar zu machen, daß qualitative Verbesserungen der Maschinen genau so wie diejenigen der lebendigen Arbeit oder der Rohstoffe sowohl werteschaffende wie wertesparende Wirkungen zeitigen können, wobei beide Wirkungsarten der Qualitätsverbesserung multiplikativ verknüpft sind. Die Formulierung der Qualitätsfunktionen der Maschinen $\omega(t)$ kann somit in zwei aufeinanderfolgenden Schritten angegangen

werden. Dabei ist es zweckmäßig, zunächst den werteschaffenden Faktor dieser Verbesserungsfunktion zu isolieren.

332 210 Der werteschaffende Faktor der Qualitätsfunktion der Maschinen

Wie schon gezeigt ist, liegt ein qualitativer Wandel des Maschinenbestandes dann vor, wenn sich entweder seine Struktur dadurch verändert, daß unter sonst gleichen Bedingungen sich die stückzahlmäßigen Anteile der einzelnen Maschinenarten und -typen innerhalb des Mengengerüstes des Bestandes verschieben, wenn technisch verbesserte Maschinen der bislang gebräuchlichen Arten investiert werden oder/und wenn Maschinen neuartigen Verwendungszwecks zum Einsatz gelangen. Alle diese Erscheinungsformen der Qualitätsveränderung im Maschinenbestand werden im allgemeinen eine werteschaffende Wirkung auf den Produktionsprozeß ausüben. Sie können unter sonst gleichbleibenden Bedingungen etwa eine Strukturveränderung im Produktionsprogramm ermöglichen, sei es dadurch, daß mit einer reinen Strukturveränderung im Maschinenbestand eine gegenüber der Gesamterzeugung überproportionale Zunahme in der Fertigung bestimmter Artikelgruppen verbunden ist, oder sei es dadurch, daß mit neuartigen Maschinen Produkte anderer Konstruktion erstellt werden. Mit einer Veränderung des Produktionsprogramms ist aber so gut wie immer eine Modifizierung der Wertschöpfung verbunden. Der Einsatz qualitativ besserer Maschinen kann aber auch zu einer Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse durch intensivere Bearbeitung der Rohstoffe führen, ohne daß hierzu ein größerer Aufwand an lebendiger abhängiger Arbeit oder eine Variation des Rohstoffverbrauchs erforderlich ist.

Die Verbesserung der Maschinen kann in der Art bestehen, daß die qualitativ besseren, neuen Maschinen Verrichtungen zusätzlich ausüben, die bei den alten Maschinen vom Bedienungspersonal auszuüben waren, wodurch ebenfalls die naturalökonomische Ausbringung je geleisteter abhängiger Arbeitsstunde gleicher Art steigt. Der gleiche Effekt tritt ein, wenn aufgrund der verbesserten Konstruktion der Maschinen ihre Bedienung einfacher wird. Diese und andere werteschaffende Wirkungen, die ausschließlich durch den Einsatz besserer Maschinen ausgelöst werden und die innerhalb des betrachteten Industriezweigs gleichzeitig auftreten können, entsprechen dem werteschaffenden Qualitätsfaktor der Maschinen, der mit $\omega_{\sigma}(t)$ bezeichnet sei. Verändern sich die Qualitäten der übrigen Leistungsströme nicht, dann muß $\omega_{\sigma}(t) = \sigma(t)$ während der ganzen Beobachtungszeit sein. Da dieser werteschaffende, von den besseren Maschinen ausgehende Effekt vollständig der produktionsbezogenen Unternehmerleistung zuzurechnen ist, entwickelt sich in diesem Falle deren originärer werteschaffender Qualitätsfaktor wegen (51) gemäß

$$(78)\ \sigma_{u,\omega}(t) = (h_o+1)\omega_{\sigma}(t) - h_o = (h_o+1)\,\sigma(t) - ho$$

Formal und auch tatsächlich stellt sich damit die Verwendung besserer Maschinen als organisatorische Maßnahme der Unternehmer dar (vgl. Tabelle 8, Spalte 2 sowie Tabelle 9, Spalte 1 und 5 jeweils in Verbindung mit (51)), weil die Kombination der Produktionsfaktoren letztlich nichts anderes als ein Organisationsproblem ist.

Auf einen wesentlichen Unterschied ist jedoch aufmerksam zu machen, der - jeweils ceteris paribus - zwischer dem Einsatz besserer Maschinen und sonstigen werteschaffenden r e i n organisatorischen Maßnahmen der Unter-

nehmer einerseits und andererseits der Verwendung von Rohstoffen mit besseren nettoproduktswirksamen Eigenschaften besteht. In den an erster Stelle genannten Fällen ist die Beziehung zwischen dem originären werteschaffenden Qualitätsfaktor der Unternehmerleistung und der statistischen Arbeitsergiebigkeit σ (t) bzw. dem werteschaffenden Faktor der Verbesserungsfunktion der Maschinen linear, während bei der Verwendung von Rohstoffen mit besseren nettoproduktswirksamen Eigenschaften der originäre werteschaffende Faktor der Unternehmerleistung (vgl. Tabelle 10, Spalte 1 und 2) mit dem Quadrat der Qualitätsfunktion der Rohstoffe verknüpft ist. Letztgenannter Zusammenhang ist darauf zurückzuführen, daß die Verbesserung der nettoproduktswirksamen Eigenschaften der Rohstoffe zwei Wirkungen genau gleichen Ausmaßes auslöst. Erstens werden durch sie die produktionsbedingten Maschinenstillstandszeiten reduziert, wodurch die statistische Ergiebigkeit der geleisteten Arbeitsstunde notwendig zunimmt, und zweitens geht dadurch die Belastung des Bedienungspersonals in gleicher Weise zurück, wodurch es möglich wird, entweder die Maschinenzuteilung entsprechend zu vergrößern oder die Tourenzahl der Maschinen zu erhöhen. Eine solche doppelte Wirkung zeitigt beim heutigen Stand der Technik im Maschinenbau der Einsatz besserer Maschinen - wenigstens was die Textilindustrie und ihre Produktionsverfahren anbelangt - nicht. Sie wäre dann gegeben, wenn die neuen Maschinen wesentlich gleichmäßiger laufen würden als die alten, und der ungleichmäßige Bewegungsablauf der Maschinen die Fadenbruchhäufigkeit wesentlich beeinflussen würde. -

Im allgemeinen ist jedoch die Entwicklung der statistischen Arbeitsergiebigkeit σ (t) nicht allein durch den Einsatz besserer Maschinen im werteschaffenden Sinne bedingt. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sich auch die

werteschaffenden Qualitäten der übrigen in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme im Zeitablauf ständig verändern und deshalb die Zunahme des werteschaffenden Faktors der vereinigten Arbeit nicht allein durch die Funktion $\omega_\sigma(t)$ getragen wird. Aus diesem Grunde ist wegen (51):

$$\sigma_u(t) = \frac{(h_o+1)\,\sigma(t) - h_o\,\sigma_A(t)}{\sigma_A(t)}$$

mit

$$(79)\quad \sigma_A(t) = \sigma_{A,\xi}(t)\,\sigma_{A,\psi}(t)\,\sigma_{A,T}(t)\,\sigma_{A,r}(t)\,\sigma_{A,\omega}(t).$$

Dabei sind (vgl. S.183) $\sigma_{A,\xi}(t)$, $\sigma_{A,\psi}(t)$, $\sigma_{A,T}(t)$ und $\sigma_{A,r}(t)$ die unter der Voraussetzung einer qualitativen Zeitinvarianz des Maschinenbestandes möglichen verschiedenen Wirkungen der werteschaffenden Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit auf den Ablauf des Produktionsprozesses. Durch den Faktor $\sigma_{A,\omega}(t)$ wird berücksichtigt, daß die neuen Maschinen entweder leichter zu bedienen sind als die alten und damit weniger Anforderungen an die Qualifikation des Bedienungspersonals stellen ($\dot{\sigma}_{A,\omega}(t) < o$ für alle $t \geq o$), oder daß ihr Einsatz eine höhere Qualifikation der Arbeiter, der Meister und der Betriebsingenieure bedingt ($\dot{\sigma}_{A,\omega}(t) > o$ für alle $t \geq o$).

In diesem allgemeinsten Fall entwickelt sich die originäre werteschaffende Qualität der produktionsbezogenen Unternehmerleistung unter Berücksichtigung aller übrigen bereits hergeleiteten Faktoren (vgl. S.183) wie

$$(80)\quad \sigma_u(t) = \bar{\sigma}_u(t)\,\sigma_{u,\omega}(t) = \left[(h_o+1)F_\xi^2(t)\,F_T^{\,2}(t) - h_o\right]\cdot \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\,\sigma_{u,\omega}(t)$$

$$= \left[(h_o+1)F_\xi^{\,2}(t)F_T^{\,2}(t) - h_o\right]\sigma_{u,\xi}(t)\cdot\sigma_{u,\psi}(t)\cdot \sigma_{u,T}(t)\cdot\sigma_{u,\omega}(t).$$

Damit ist der werteschaffende Faktor der Verbesserungsfunktion der Maschinen $\omega_{\sigma}(t)$ zu isolieren. Aus (78) und (80) folgt nämlich:

$$(81)\ \sigma_u(t) = \left[(h_o+1)\,\omega_{\sigma}(t) - h_o\right]\bar{\sigma}_u(t)$$

$$= \left[(h_o+1)\,\omega_{\sigma}(t) - h_o\right]\left[(h_o+1)F_{\xi}^{\,2}(t)F_T^{\,2}(t)-h_o\right]\cdot \sigma_{u,\xi}(t)\sigma_{u,\psi}(t)\sigma_{u,T}(t)$$

und aus (81 ergibt sich in Verbindung mit (54)

$$(82)\ \omega_{\sigma}(t) = \frac{(h_o+1)\sigma(t)+h_o(\bar{\sigma}_u(t)-1)\sigma_A(t)}{(h_o+1)\sigma_A(t)\bar{\sigma}_u(t)}$$

$$= \frac{(h_o+1)\sigma+h_o\left\{\left[(h_o+1)F_{\xi}^{\,2}F_T^{\,2}-h_o\right]\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,T}\bar{\sigma}_{A,\xi}\cdot \sigma_{A,\psi}\sigma_{A,T}\sigma_{A,r}\sigma_{A,\omega}\right.}{(h_o+1)\left[(h_o+1)F_{\xi}^{\,2}F_T^{\,2}-h_o\right]\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,T}\sigma_{A,\psi}\cdot \sigma_{A,\xi}\sigma_{A,T}\sigma_{A,r}\sigma_{A,\omega}}$$

Für den der werteschaffenden Verbesserung des Maschinenbestandes entsprechend originären werteschaffenden Teilfaktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung läßt sich wegen (78) und (82) schreiben:

$$(83)\ \sigma_{u,\omega}(t) = \frac{(h_o+1)\sigma-h_o\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\sigma_{A,T}\sigma_{A,r}\sigma_{A,\omega}}{\left[(h_o+1)F_{\xi}^{\,2}F_T^{\,2}-h_o\right]\sigma_{u,\xi}\sigma_{u,\psi}\sigma_{u,T}\sigma_{A,\xi}\sigma_{A,\psi}\cdot \sigma_{A,T}\sigma_{A,r}\sigma_{A,\omega}}$$

332 220 Der wertesparende Faktor der Qualitätsfunktion der Maschinen

Nachdem der wertesparende Faktor der Verbesserungsfunktion der Maschinen (82) und der diesem entsprechende

originäre Faktor der produktionsbezogenen Unternehmerleistung (83) erfaßt sind, kann auch der wertesparende Faktor der Qualitätsfunktion der Maschinen aus dem Wirkzusammenhang der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme isoliert werden. Dieser wertesparende Qualitätsfaktor der Maschinen sei mit dem Symbol $\omega_{\alpha}(t)$ gekennzeichnet. Er wirkt sich - ceteris paribus - auf die zur Gütererstellung erforderliche Einsatzmenge an Sachgütern aus. D.h., bei zunehmender wertesparender Qualität der Maschinen wird bei gleichbleibender (physikalischer) Menge und Qualität der abhängigen Arbeit, bei unveränderlicher Qualität und Menge der ausgebrachten Erzeugnisse sowie bei zeitinvarianter Qualität der übrigen Sachaufwendungen die Summe der im Prozeß verbrauchten und daher wieder zu ersetzenden Teile des konstanten fixen und des konstanten zirkulierenden Kapitals abnehmen ($\dot{C}(t) < o$ für alle $t \geq o$). Eine solche wertesparende Verbesserung der Maschinen kann sich auf jede der in den Produktionsprozeß eingehenden sachlichen Leistungen erstrecken. Der Maschinenverschleiß kann abnehmen; diese von der Qualitätsverbesserung der Maschinen ausgehende Einzelwirkung sei mit $\omega_R(t)$ bezeichnet. Es ist denkbar, daß sich die wertesparende Verbesserung der Maschinen auf den Gebäudeverschleiß auswirkt ($\dot{\omega}_D(t) > o$, $\dot{D}(t) < o$ für alle $t \geq o$). Die Verwendung besserer Maschinen kann aber auch eine Verminderung des Energieverbrauchs zeitigen ($\omega_E(t)$) und/oder den Einsatz qualitativ schlechterer Rohstoffe ermöglichen, ohne daß hiervon der Ablauf des Prozesses der Gütererzeugung und insbesondere die Qualität der Erzeugnisse beeinflußt wird. Unter den gesetzten vereinfachenden Bedingungen ist demnach $R(t) \equiv \omega_R^{-1}(t), D(t) \equiv \omega_D^{-1}(t), E(t) \equiv \omega_E^{-1}(t), F(t) \equiv \omega_F^{-1}(t)$. Im allgemeinen werden sich aber gleichzeitig die Qualitäten aller Input-Ströme verändern. In Übereinstimmung mit der Zusammenfassung auf Seite 183 kann man also setzen:

$$(84)\quad R(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_R(t)\, \omega_R(t)}$$

und nach Umformung

$$(84a)\quad \omega_R(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_R(t)\, R(t)}\ ,$$

$$(85)\quad D(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_D(t)\, \omega_D(t)}$$

bzw.

$$(85a)\quad \omega_D(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_D(t)\, D(t)}\ ,$$

$$(86)\quad E(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_E(t)\, \omega_E(t)}$$

bzw.

$$(86a)\quad \omega_E(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi(t) F_\eta(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t)}{(h_o+1)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_E(t)\, E(t)}$$ und

$$(87)\quad F(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi^2(t) F_\eta^2(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t) F_B(t)}{(h_o+1)\, \nu_1(t)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_F(t)\, \omega_F(t)}$$

bzw.

$$(87a)\quad \omega_F(t) = \frac{\{h_o + [(h_o+1) F_\xi^2(t) F_\eta^2(t) - h_o]\, \bar{\bar{\sigma}}_u(t)\, \sigma_{u,\omega}(t)\}\, \bar{\sigma}_A(t) H_A(t) F_B(t)}{(h_o+1)\, \nu_1(t)\, \nu_2(t)\, \nu_4(t)\, \varkappa_F(t)\, F(t)}\ ,$$

worin (vgl. S. 238) $\bar{\sigma}_A(t) = \sigma_{A,\xi}(t)\, \sigma_{A,\psi}(t)\, \sigma_{A,\eta}(t)\, \sigma_{A,\nu}(t)$ und

$\bar{\bar{\sigma}}_u(t) = \sigma_{u,\xi}(t)\, \sigma_{u,\psi}(t)\, \sigma_{u,\eta}(t)$ ist. Was $\sigma_{u,\omega}(t)$ anbetrifft, sei auf (83) verwiesen.

Nun wird unter Berücksichtigung der Bedeutung der einzelnen soziglichen Aufwandsströme definiert:

$$(88)\quad \omega_{\chi}(t) = \frac{r_0\,\omega_R\,\omega_D\,\omega_E\,\omega_F}{r_0\,\omega_D\,\omega_E\,\omega_F + d_0\,\omega_R\,\omega_E\,\omega_F + e_0\,\omega_R\,\omega_D\,\omega_F + f_0\,\omega_R\,\omega_D\,\omega_E}$$

Hieraus folgt in Verbindung mit (87a), (88a), (89a) und (90a):

$$(92)\quad \omega_{\chi}(t) = \frac{r_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)\,F_{\xi}\,F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\left\{h_0+\left[(h_0+1)\,F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\bar{\sigma}_A\,H_A\,F_B}{(h_0+1)\left\{\left\{(r_0\chi_R R+d_0\chi_D D+e_0\chi_E E)\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}F_B+f_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}v_1\chi_F F\right\}\right\}v_2v_4}$$

Da die relative zeitliche Veränderung des naturalökonomischen Gebäudeaufwands nicht als bekannt vorausgesetzt ist und auf Grund des verfügbaren statistischen Materials auch nicht als bekannt vorausgesetzt werden kann, wird im Hinblick auf eine Verifizierung in Übereinstimmung mit den Ansichten der Wirtschaftspraxis (vgl. S. 240) vereinfachend angenommen, daß sich der Gebäudeverschleiß proportional dem Verschleiß und dem Platzbedarf der Maschinen entwickelt. Bezeichnet man die indirekt ermittelbare relative zeitliche Veränderung des Platzbedarfs der Maschinen mit $\chi(t)$, dann ist $D(t) \equiv R(t)\chi(t)$ und somit auch $\chi_R(t) \equiv \chi_D(t)$ für alle $t \geq 0$. Damit ergibt sich wegen (92):

$$(92a)\quad \omega_{\chi}(t) = \frac{r_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)\,F_{\xi}\,F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\bar{\sigma}_A\,H_A\,F_B}{(h_0+1)\left\{\left\{(r_0+d_0\chi)\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}F_B\chi_R R+e_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}F_B\chi_E E+f_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}v_1\chi_F F\right\}\right\}v_2v_4}$$

$$= \frac{A^*(t)}{B^*(t)\,R(t)+C^*(t)}$$

, wenn zur Abkürzung der Schreibweise

$$A^*(t) = \frac{r_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)\,F_{\xi}\,F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}\bar{\sigma}_A\,H_A\,F_B}{(h_0+1)\,v_2v_4},$$

$$B^*(t) = (r_0+d_0\chi)\left\{h_0+\left[(h_0+1)\,F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}F_B\chi_R \quad \text{und}$$

$$C^*(t) = e_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}^2F_{\pi}^2-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}F_B\chi_E E+f_0\left\{h_0+\left[(h_0+1)F_{\xi}F_{\pi}-h_0\right]\bar{\bar{\sigma}}_u\,\sigma_{u,\omega}\right\}v_1\chi_F F$$

gesetzt wird.

332 300 Der allgemeine Ansatz zur Ermittlung der relativen zeitlichen Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten

Da die werteschaffende und die wertesparende Qualitätsverbesserung der Maschinen als multiplikativ verknüpft aufgefaßt werden können, ergibt sich wegen (82) und (89a) für die Verbesserungsfunktion der Maschinen

$$(90)\quad \omega(t) = \omega_\sigma(t)\,\omega_\varkappa(t) = \frac{\omega_\sigma(t)\,A^*(t)}{B^*(t)\,R(t)+C^*(t)}\,.$$

Wegen (19), (32) und (69) läßt sich damit für die relative zeitliche Veränderung des naturalökonomischen Umfangs des Maschinenbestandes schreiben:

$$(91)\quad Q(t) = \omega_\sigma(t)\,\omega_\varkappa(t)M(t) = \frac{\omega_\sigma(t)A^*(t)M(t)}{B^*(t)R(t)+C^*(t)}$$

$$= \frac{\omega_\sigma A^* M}{B^*\left[z_0 J(t) - \tau_0(\varphi N+\varphi\dot{N})\right] + C.} = \varphi N.$$

Hieraus ergibt sich nach Umformung die folgende spezielle Abelsche Differentialgleichung zweiter Art[1] als Bestimmungsgleichung für die relative zeitliche Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten $\varphi(t)$:

$$(92)\quad \dot{\varphi}(t)\,\varphi(t) = -\frac{\dot{N}(t)}{N(t)}\varphi^2(t) + \frac{z_0 J(t)B^*(t)+C^*(t)}{\tau_0 N(t)B^*(t)}\varphi(t)$$

$$- \frac{\omega_\sigma(t)A^*(t)M(t)}{\tau_0 N^2(t)B^*(t)}\,.$$

Zur Abkürzung der Schreibweise wird nun gesetzt:

$$Z_1(t) = \frac{\dot{N}(t)}{N(t)}\,,\quad Z_2(t) = -\frac{z_0 J(t)B^*(t)+C^*(t)}{\tau_0 N(t)B^*(t)}\,,$$

$$Z_3(t) = \frac{\omega_\sigma(t)A^*(t)M(t)}{\tau_0 N^2(t)B^*(t)}\,.$$

1) Kamke, E., Differentialgleichungen. Lösungen u. Lösungsmethoden I, Leipzig 1959, S. 26

Damit läßt sich für (92) schreiben:

$$(92a)\quad \dot{\varphi}(t)\varphi(t) = -Z_1(t)\varphi^2(t) - Z_2(t)\varphi(t) - Z_3(t).$$

Diese Abelsche Differentialgleichung zweiter Art geht, da aus ökonomischen Gründen $\varphi(t) \neq 0$ für alle t ist, durch die Transformation $\varphi(t) = \bar{u}^{-1}(t)$ und somit $\dot{\varphi}(t) = -\dot{\bar{u}}(t)\,\bar{u}^{-2}(t)$ über in

$$-\frac{\dot{\bar{u}}(t)}{\bar{u}^3(t)} = -\frac{Z_1(t)}{\bar{u}^2(t)} - \frac{Z_2(t)}{\bar{u}(t)} - Z_3(t), \text{ also in}$$

$$(96)\quad \dot{\bar{u}}(t) = Z_1(t)\bar{u}(t) + Z_2(t)\bar{u}^2(t) + Z_3(t)\bar{u}^3(t) = \sum_{i=1}^{3} Z_i(t)\,\bar{u}^i(t),$$

also in eine Abelsche Differentialgleichung erster Art.[1)]

---

1) Kamke, E., Differentialgleichungen, Lösungen und Lösungsmethoden I, a.a.O., S. 25

Über die Funktionen $Z_i(t)$ (i=1,2,3) können keinerlei beschränkende Annahmen gemacht werden, es sei denn, daß aus ökonomischen Gründen $Z_2(t)$ und $Z_3(t)$ nicht verschwinden können. Es muß also versucht werden, diese Differentialgleichung so zu vereinfachen, daß sie auf numerischem Wege quadriert werden kann.

Da $Z_2(t) \neq 0$ für alle t ist, besteht die Möglichkeit zu folgender Transformation:[1)]

$$\bar{u} = \bar{v}\,\bar{\eta}\left(\bar{\xi}(t)\right) \text{ mit } \bar{\xi}(t) = \int_0^t \bar{v}(t) Z_2(t)\,dt \text{ und } \bar{v} = \exp \int_0^t Z_1(t)\,dt = e^{\int_0^t N(t) N^{-1}(t)\,dt} = N(t).$$

Durch diese Transformation geht (96) wegen

$$\bar{\eta}\left(\bar{\xi}(t)\right) = \bar{u}(t)\,\bar{v}^{-1}(t), \text{ also } \frac{d\bar{\eta}}{dt} = \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{\xi}} \cdot \frac{d\bar{\xi}}{dt} = \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{\xi}}\, Z_2 \bar{v}, \quad \dot{\bar{v}} = Z_1 \bar{v} \text{ und}$$

$$\dot{\bar{u}} = \dot{\bar{v}}\bar{\eta} + \bar{v}\dot{\bar{\eta}} = \dot{\bar{v}}\bar{\eta} + \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{\xi}}\, Z_2 \bar{v}^2 = Z_3 \bar{v}^3 \bar{\eta}^3 + Z_2 \bar{v}^2 \bar{\eta}^2 + Z_1 \bar{v}\bar{\eta} \text{ über in}$$

$$\bar{\eta}^1 Z_2 \bar{v}^2 = Z_3 \bar{v}^3 \bar{\eta}^3 + Z_2 \bar{v}^2 \bar{\eta}^2, \text{ also}$$

$$(I)\ \bar{\eta}^1 = \frac{Z_3 \bar{v} \bar{\eta}^3}{Z_2} + \bar{\eta}^2 = \bar{g}\left(\bar{\xi}(t)\right)\bar{\eta}^3\left(\bar{\xi}(t)\right) + \bar{\eta}^2\left(\bar{\xi}(t)\right) \text{ mit}$$

$$(*)\ \bar{g}\left(\bar{\xi}(t)\right) = \frac{Z_3(t)}{Z_2(t)}\,\bar{v}(t).$$

Benützt man nunmehr die Transformation

$$(II)\ \frac{d\bar{\xi}}{d\bar{x}} = -\frac{1}{\bar{x}\,\bar{\eta}\left(\bar{\xi}(\bar{x})\right)}, \text{ also (IIa) } \frac{d^2\bar{\xi}}{d\bar{x}^2} = \frac{\bar{\eta}\left(\bar{\xi}(\bar{x})\right) + \bar{x}\,\dfrac{d\bar{\eta}\left(\bar{\xi}(\bar{x})\right)}{d\bar{x}}}{\bar{x}^2\,\bar{\eta}^2\left(\bar{\xi}(\bar{x})\right)}$$

dann ist wegen (II):

1) Vgl. hier und auch bei den folgenden Transformationen Kamke, E., a.a.O., S. 25

$$(\bar{III})\quad \bar{\eta}' = \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{\xi}} \quad \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}} \cdot \frac{d\bar{x}}{d\bar{\xi}} = \frac{\frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}}}{-\frac{1}{\bar{x}\,\bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x}))}} = -\bar{x}\,\bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}}$$

und wegen $(\bar{III})$ und $(\bar{I})$

$$\bar{\eta}' = \frac{d\bar{\eta}}{d\bar{\xi}} = -\bar{x}\,\bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}} = \bar{g}(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\bar{\eta}^3(\bar{\xi}(\bar{x})) + \bar{\eta}^2(\bar{\xi}(\bar{x})).$$

Nach Division durch $-\bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x}))$ auf beiden Seiten der Gleichung ergibt sich

$$\bar{x}\,\frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}} = -\bar{g}(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\bar{\eta}^2(\bar{\xi}(\bar{x})) - \bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x})).$$

Werden beide Seiten mit $\bar{\eta}(\bar{\xi}(\bar{x}))$ erweitert, dann folgt in Verbindung mit $(\bar{II}\,a)$

$$\bar{x}\,\frac{d\bar{\eta}}{d\bar{x}} + \bar{\eta} = -\bar{g}(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\bar{\eta}^2(\bar{\xi}(\bar{x})) = \bar{x}^2\,\bar{\eta}^2(\bar{\xi}(\bar{x}))\,\frac{d^2\bar{\xi}}{d\bar{x}^2},$$

also $(\bar{IV})\quad \frac{d^2\bar{\xi}}{d\bar{x}^2}\,\bar{x}^2 = -\bar{g}(\bar{\xi}(\bar{x})) > 0$, worin

wegen $(*)$ $\bar{g}(\bar{\xi}(\bar{x})) = \bar{h}(\bar{\xi}(\bar{\xi}(\bar{x}))) = \frac{\bar{Z}_3(\bar{\xi}(\bar{\xi}))}{\bar{Z}_2(\bar{\xi}(\bar{\xi}))} - \bar{v}(\bar{\xi}(\bar{\xi}))$ mit

$t = \bar{\xi}(\bar{\xi})$ als der Umkehrfunktion von

$$\bar{\xi}(t) = \int_0^t \left[\bar{Z}_2(t)\exp\int_0^t \bar{Z}_1(t)\,dt\right]dt \text{ ist.}$$

Kann man $\bar{\xi}(\bar{x})$ aus $(\bar{IV})$ berechnen, dann fügt $(\bar{II})$ zu der Funktion $\bar{\eta}(\bar{\xi})$.[1]
Dies ist jedoch bei den Anwendungen näherungsweise immer der Fall.

---

1) Vgl. Kamke, E., 2000, S. 25

400 000 Zur Ermittlung der Anfangsgrößen

Da in (91) mit $z_o = \tilde{\tau}_o(\dot{\varphi}(o)+\dot{N}(o))+1$ (vgl. (30)) die nicht bekannte mittlere Umschlagsperiode der Maschinen und die ebenfalls unbekannte relative Änderungsgeschwindigkeit des unbereinigten Kapitalkoeffizienten im Zeitpunkt des Beginns der Beobachtung eingehen, ist hiermit das anstehende Problem noch nicht vollständig gelöst. Um über diese beiden Größen eine Aussage machen zu können, erscheint es zweckmäßig, auf die Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften zurückzugreifen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß diese Rechtsform für die Textilindustrie insgesamt nicht repräsentativ ist. Dies gilt sowohl für den "Anteil des Personalaufwands der in der Bilanzstatistik erfaßten Aktiengesellschaften an den zur Industrieberichterstattung gemeldeten Löhnen und Gehältern,"[1] der im Jahre 1958 z.B. nur 27,8 % beträgt, wie für den Anteil der Umsätze der Aktiengesellschaften am Gesamtumsatz der Textilindustrie. Man wird jedoch annehmen dürfen, daß in der Zeit von der Währungsreform bis zu den Jahren 1950 und 1951 in der Textilindustrie die Verhältnisse in den Aktiengesellschaften mit denen im Industriezweig insgesamt ausreichend gut übereinstimmen. In dieser Zeitspanne erreicht die Textilindustrie nämlich die erste Welle des kriegsbedingten Nachholbedarfs, der sich auf alle Artikelgruppen und Erzeugnisse in gleicher Intensität erstreckt. Man wird deshalb innerhalb aller Bereiche der Textilindustrie in den ersten Jahren nach der Währungsreform eine annähernd ausgeglichene Kapitalverzinsung und daher ein weitgehend übereinstimmendes Investitionsverhalten der Unternehmer unterstellen dürfen. Zudem verhindern Krieg und diesem vorausgegangene Aufrüstungs-

1) St.B.A., Die Abschlüsse der Aktiengesellschaften für das Geschäftsjahr 1958, Tab. 2 S. 4

periode in allen Branchen der Textilindustrie in gleichem Maße, also nicht nur in der Baumwollindustrie, in welcher der Rechtsform der Aktiengesellschaft eine vergleichsweise große Bedeutung zukommt, die Modernisierung des Maschinenparks. Aus diesen Gründen erscheint der pragmatische Rückgriff auf die Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften für die Textilindustrie in der gewählten Zeitspanne, aber auch nur in dieser, gerechtfertigt. Man wird daher über die DM-Eröffnungsbilanzen und die Bilanzen der Aktiengesellschaften der Textilindustrie für die Jahre 1950 und 1951 die noch fehlenden Anfangsgrößen ermitteln dürfen. Dies gilt umso mehr als in der Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften die Ergebnisse eines Jahres zugleich mit den vergleichbaren Zahlen für das Jahr zuvor ausgewiesen sind.

Ist die Kapitalverzinsung in allen Bereichen und in allen Rechtsformen des Industriezweigs annähernd ausgeglichen, dann gilt:

$$(94)\quad \hat{\varrho}_0 = \frac{\hat{g}_0}{\hat{x}_0 \hat{q}_0} = \varrho_0, \text{ wo } \hat{\varrho}_0 \text{ für die aus der}$$

Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften zu ermittelnde Rendite, $\hat{g}_0$ für die Gewinnsumme und $\hat{x}_0\hat{q}_0$ für den Gesamtumfang des im Produktionsbereich der Aktiengesellschaften investierten Kapitals stehen. - $\hat{q}_0$ ist der Umfang des in Maschinen gebundenen Kapitals der Aktiengesellschaften. - ϱ_0 ist die durchschnittliche Kapitalverzinsung des gesamten Industriezweigs zu Beginn der Beobachtung.

Die absolute Entwicklung der Profitrate ergibt sich dann zu:

$$(95)\quad \varrho_t = \hat{\varrho}_0 \frac{\hat{G}(t)}{\hat{X}(t)\hat{Q}(t)} = \hat{\varrho}_0 \frac{\hat{G}(t)}{\hat{X}(t)\hat{\varphi}(t)N(t)}$$

Hieraus folgt nach Differentiation:

$$(96)\quad \dot{\hat{\varphi}}_t = \hat{\varphi}_o \frac{\dot{\hat{G}}\hat{X}\hat{\varphi}\hat{N} - \hat{G}\dot{\hat{X}}\hat{\varphi}\hat{N} - \hat{G}\hat{X}\dot{\hat{\varphi}}\hat{N} - \hat{G}\hat{X}\hat{\varphi}\dot{\hat{N}}}{\hat{X}^2\hat{N}^2}$$

für beliebiges t und

$$(97)\quad \dot{\hat{\varphi}}_o = \hat{\varphi}_o \left[\dot{\hat{G}}(o) - \dot{\hat{X}}(o) - \dot{\hat{\varphi}}(o) - \dot{\hat{N}}(o)\right] \text{ an der Stelle } t = o.$$

Nach Umformung ergibt sich die gesuchte relative Änderungsgeschwindigkeit des unbereinigten Kapitalkoeffizienten im Zeitpunkt des Beobachtungsbeginns zu:

$$(98)\quad \dot{\hat{\varphi}}(o) = \dot{\varphi}(o) = \frac{\hat{\varphi}_o\,(\dot{\hat{G}}(o) - \dot{\hat{X}}(o) - \dot{\hat{N}}(o)) - \dot{\hat{\varphi}}_o)}{\hat{\varphi}_o}$$

mit $\dot{\hat{N}}(o) = \dot{N}(o)$.

Nunmehr ist - gleichfalls mit Hilfe der Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften - die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen zu ermitteln. Es wird in Verbindung mit (30) und (94) gesetzt:

$$(99)\quad q_o = \frac{\hat{y}_o \tau_o}{\tau_o(\dot{\varphi}(o)+\dot{N}(o))+1},$$

worin $\hat{y}_o$ die Bruttomaschineninvestitionen der Aktiengesellschaften sind.

Nach Einsetzen von (98) ergibt sich durch Umformung:

$$(100)\quad \tau_o = \frac{q_o \hat{\varphi}_o}{\hat{y}_o\hat{\varphi}_o - q_o[\hat{\varphi}_o\,(\dot{\hat{G}}(o)-\dot{\hat{X}}(o)) - \dot{\hat{\varphi}}_o]}.$$

Mit diesem $\dot{\hat{\varphi}}(o)$ und diesem τ_o ist auch der Umfang des Maschinenbestandes des gesamten Industriezweigs bekannt, wenn man den Beginn der Beobachtung in die Zeitspanne, die durch die Währungsreform und das Ende des Jahres 1951 begrenzt ist, legt.

500 000 Exkurs über das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes

510 000 Zweck des Exkurses und Wahl des Nachfrageindikators

Das Akzelerationsprinzip geht von der Annahme aus, daß der Umfang des investierten Kapitals direkt proportional mit der Nachfrage nach Endprodukten variiert.[1] "Die beiden ökonomischen Größen, zwischen denen das Akzelerationsprinzip eine Beziehung herstellt, sind Realgrößen."[2] Infolgedessen kann dieses Theorem im Rahmen dieser Untersuchung behandelt werden. Dabei ist nicht daran gedacht, auf die ganze Problematik dieses theoretischen Lehrstücks einzugehen. Insbesondere soll die Frage nach der Bedeutung dieses Prinzips im Hinblick auf die Erklärung konjunkturzyklischer Erscheinungen ebenso ausgeklammert werden wie diejenige nach dem Erkenntniswert, den es für die Analyse langfristiger Entwicklungsprozesse vermittelt. Außerdem beziehen sich die Ausführungen im wesentlichen nur auf das Akzelerationsprinzip im Aufschwung und nur auf den Zusammenhang zwischen Nachfrage und Maschinenbestand. Auch die induzierten Wirkungen von Nachfrageveränderungen auf die Erzeugung von Gütern noch höherer Ordnung werden nicht angesprochen.

Mit dem Exkurs über das Akzelerationsprinzip wird im Rahmen dieser Untersuchung lediglich zweierlei bezweckt. Erstens sollen die bisherigen Ansätze und die aus ihnen

---

1) Vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1952, S. 177 (1.Aufl.)

2) Mieth, W., Das Akzelerationsprinzip, Berlin 1954, S. 10

gezogenen Folgerungen mit denen konfrontiert werden, die aus diesem anerkannten theoretischen Lehrstück zu ziehen sind. Hier erscheint es zunächst zweckmäßig, die bis zu dieser Stelle allgemein gehaltenen Überlegungen durch ein Rechenbeispiel mit speziell gewählten Funktionen zu ergänzen. Zweitens soll dieser Exkurs dazu dienen, die Rechtfertigung der in dieser Untersuchung angelegten kontinuierlichen Betrachtungsweise vorzubereiten. Im Hinblick auf die Absicherung der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes, auf der die bisherigen Überlegungen wesentlich basieren, wird es im Anschluß an dieses Exkurs notwendig sein, das Akzelerationsprinzip - in seiner einfachsten Form - weiter auszubauen, um auf diese Weise den hohen Abstraktionsgrad, dem dieses Modell unterworfen ist, zu reduzieren. Insbesondere werden dabei qualitative Verbesserungen der Maschinen und Veränderungen ihres Ausnutzungsgrades zu berücksichtigen sein. Ziel ist, auf der Grundlage der Beziehungen zwischen Nachfrage und Bruttoinvestitionen an Maschinen unter der Annahme eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes aus dem Wirkzusammenhang der in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme unter vergleichsweise einfachen, in bestimmten Perioden gleichwohl wirklichkeitsnahen Voraussetzungen einen Ausdruck zur Messung der Umschlagsperiode der Maschinen eines hierfür strukturell geeigneten Industriezweigs herzuleiten und die so errechnete Umschlagsperiode mit der in der Wirtschaftspraxis angelegten betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer der Maschinen zu vergleichen. Auf diese Weise soll versucht werden, die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes, der in dieser Untersuchung ausschlaggebende Bedeutung zukommt, zu stützen und ihre Anwendung auf hierfür geeignete Industriezweige abzusichern.

Diese Begrenzung der Fragestellung erlaubt es in Verbindung mit den bisherigen Ausführungen, auf die theoretische Herleitung der Beziehungen, welche das Akzelerationsprinzip beinhaltet, zu verzichten. Dies ist umso eher möglich, als dieses Theorem, seit über einem halben Jahrhundert in der wissenschaftlichen Literatur bekannt[1] und seitdem oft beschrieben, inzwischen zum festen Bestandteil der Lehre geworden ist. Notwendig erscheint es indessen, in aller Kürze auf das Problem der Erfassung der Nachfrage einzugehen, weil in der Literatur diesbezüglich keine einheitliche Auffassung vertreten wird.

Das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form unterstellt bei momentaner Anpassung eine Konstanz des aus den absoluten Neuinvestitionen und der absoluten Änderungsgeschwindigkeit der Nachfrage gebildeten Quotienten, des sogenannten Akzelerators, der im allgemeinen mit dem Symbol β bezeichnet wird. Während der sachliche Umfang der Neuinvestitionen bei der in diesem Exkurs verfügten Einschränkung (kontinuierlicher Ersatz des Maschinenverschleißes) durch die Definitionsgleichung (21) festliegt, ist der Indikator, mit dem die Nachfrage gemessen werden soll, noch zu bestimmen. Zur Erfassung der mengenmäßigen Nachfrage bieten sich nämlich das reale Bruttoprodukt und das reale Nettoprodukt des betrachteten Industriezweiges sowie sein Mengenabsatz - entweder am Umsatz, am Versand oder am Auftragseingang gemessen - an. Aus didaktischen aber auch aus Zweckmäßigkeitsgründen soll der Mengenabsatz als Indikator der realen Nachfrage gewählt werden. Dabei ist

1) "Die erste Andeutung des Akzelerationsprinzips findet sich bei T.N. Carver: A Suggestion for a Theory of Industrial Depressions, Quarterly Jornal of Economics, Bd. 17 (1903), S. 497 ff." Mieth, W., a.a.O., S.11 Fußnote 1

es bei momentaner Anpassung unerheblich, ob man auf den mengenmäßigen Umsatz oder auf den mengenmäßigen Auftragseingang zurückgreift. Auch die Versandmenge kann in gleicher Weise als Indikator des Mengenabsatzes verwendet werden, weil die Bedingungen des Akzelerationsprinzips so beschaffen sind, daß sie eine abweichende Entwicklung der Versandmenge von derjenigen des mengenmäßigen Umsatzes und des mengenmäßigen Auftragseinganges nicht zulassen.[1] Überdies sind bei naturalökonomischer Betrachtungsweise auch die absoluten Beträge dieser drei Output-Ströme gleich. Auf das Nettoprodukt wird deshalb nicht zurückgegriffen, weil eine formale Unterscheidung zwischen dem Akzelerator β und dem unbereinigten Kapitalkoeffizienten φ ermöglicht werden soll. Dabei ist in erster Linie daran gedacht, daß der verschiedene ökonomisch-sachliche Inhalt dieser beiden Relationen auch in einem unterschiedlichen numerischen Wert dieser Koeffizienten zum Ausdruck kommen sollte.[2] Gegen die Einführung des realen Bruttoproduktes als Indikator der Nachfrage spricht vor allem, daß dieses Vorgehen auch die Einbeziehung aller derjenigen Aufwandsströme bedingt, die nicht Maschinenleistung sind. Darüber hinaus spricht für den Ansatz des Mengenabsatzes - am realen Umsatz, an der Versandmenge oder am realen Auftragseingang gemessen -, daß er für das Gebiet der Bundesrepublik in der Nachkriegszeit - worauf sich diese Untersuchung beschränkt - ohne allzu große sachliche Bedenken als bekannt vorausgesetzt werden kann.

---

1) Dies sei im Hinblick auf eine Verifizierung bemerkt. Als statistische Begriffe haben Umsatz u.Versand nicht denselben Umfang. Vgl.Rott,W., Verlangsamtes Wirtschaftswachstum beeinträchtigt die Expansion im textilen Bereich, in: Textildienst Nr.4/6-1963 der Forschungsstelle für allgemeine u.textile Marktwirtschaft, Münster 1963, S.184

2) Vgl. hierzu Seite 231

Die Wahl des Mengenabsatzes als Indikator der Mengennachfrage bedingt jedoch, daß zu den Prämissen, die nach Mieth[1] erfüllt sein müssen, wenn das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form wirksam werden soll, und die - im Zusammenhang mit dieser Untersuchung - im wesentlichen darin bestehen, daß bei momentaner Anpassung des Maschinenbestandes an die Nachfrageentwicklung keine Veränderung des Produktionsverfahrens, also auch keine qualitative Verbesserung der Maschinen, und keine Veränderung des Ausnutzungsgrades der Maschinen eintreten darf, noch zwei weiteren Bedingungen Genüge getan sein muß. Wird der Mengenabsatz und nicht das reale Netto- oder Bruttoprodukt als Nachfrageindikator verwandt, dann muß außer der Zeitinvarianz des Produktionsverfahrens und damit des technischen Fortschritts im ökonomischen Sinne sowie der Unveränderlichkeit des Ausnutzungsgrades der Güter des konstanten fixen Kapitals angenommen werden, daß e r s t e n s während der ganzen Dauer der Beobachtung keine Fertigwarenlager vorhanden sind bzw. daß die Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenlager gleich bleibt. Z w e i t e n s dürfen bei mehrstufiger Produktion innerhalb des betrachteten Industriezweigs während der beobachteten Zeitspanne keine vertikalen Konzentrationsprozesse stattfinden. Konzentrationsprozesse dieser Art führen nämlich - unter sonst gleichen Bedingungen - dazu, daß der Mengenabsatz hinter der Ausstoßmenge zurückbleibt, weil dann der Umfang der Doppelzählungen, die bei mehrstufiger Produktion im Umsatz enthalten sind, notwendig abnehmen muß. Im Zusammenhang mit der kritischen Prüfung der Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, wenn das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form wirksam werden

---

1) Vgl. Mieth, W., a.a.O., S. 18, 19

soll, ist noch darauf aufmerksam zu machen, daß die Bedingungen der Unveränderlichkeit des Produktionsverfahrens diejenige der qualitativen Invarianz und der Konstanz der strukturellen Zusammensetzung der Erzeugnisse und damit zugleich eine gleichmäßige Erweiterung der Produktion der einzelnen Teilbereiche des betrachteten Industriezweigs in sich birgt. - Aus der Gesamtheit dieser Voraussetzungen wird deutlich, daß das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form nur unter Bedingungen wirksam werden kann, die in der Realität des Wirtschaftsgeschehens selten erfüllt sind.

§20 000 Die formale Ermittlung von mittlerer Umschlagsperiode der Maschinen und Umfang des Maschinenbestandes mit Hilfe des Akzelerationsmodells an Hand eines Rechenbeispiels

Der erste Zweck, der mit diesem Exkurs erreicht werden soll, besteht - wie gesagt - darin, mit Hilfe eines Rechenbeispiels die bereits hergeleiteten allgemeinen Zusammenhänge ökonomisch-sachlich zu ergänzen und insbesondere die mittlere Umschlagsperiode und den Umfang des Maschinenbestandes, aber auch die Entwicklung der Kapitalkoeffizienten zu ermitteln. Hierzu erscheint es zunächst tunlich, die bisher verwendeten allgemeinen Funktionen durch spezielle zu ersetzen. In der Wahl dieser speziellen Funktionen besteht allerdings keine unbeschränkte Freiheit. Abgesehen davon, daß es sich bei ihnen zur Wahrung des Zusammenhangs mit den bisherigen Ausführungen um in ihren Definitionsintervallen stetige und differenzierbare Funktionen handeln muß, ist es notwendig, daß mit ihrer Hilfe alle Beziehungen, die das Akzelerationsprinzip beschreibt, auch vollständig erfaßt werden können. Aus dem Akzelerationsprinzip folgt

nämlich in funktionaler Hinsicht, daß mit der Zunahme der Nachfrage solange ein Anstieg der Neuinvestitionen verbunden ist, wie die Nachfrage von unten konvex, also mit positiver zweiter Ableitung verläuft. Von dem Augenblick an, in dem sich der Mengenabsatz mit abnehmender Zuwachsrate, also mit negativer zweiter Ableitung entwickelt, gehen die Neuinvestitionen absolut zurück, bis sie schließlich mit auslaufender Nachfragesteigerung verschwinden.[1] Dieser Funktionalzusammenhang zwischen Neuinvestitionen und Nachfrage im Beschleunigungstheorem legt den Gedanken nahe, im Rechenbeispiel trigonometrische Funktionen anzusetzen. Damit wird jedoch keineswegs behauptet, daß sich Nachfragesteigerung und Neuinvestitionen selbst bei sehr strammen stochastischem Zusammenhang zwischen diesen Größen in der Realität im allgemeinen durch Funktionen dieser Art auch nur in erster Näherung erfassen und beschreiben ließen. Es wird hier lediglich ein Grundsatz der Ökonometrie angewendet, "nur dann verwickelte Funktionen zu gebrauchen, wenn die Beobachtungen oder die Theorie dazu veranlassen".[2] Durch die Theorie werden indessen keine speziellen funktionalen Ansätze ausgeschieden. - Im übrigen ist der Ansatz des trigonometrischen sin im Rechenbeispiel im Hinblick auf die später unter 533 000 erfolgende Verallgemeinerung heuristisch zu bewerten.

Mit dem beschriebenen Funktionalzusammenhang zwischen Änderungsgeschwindigkeit der Nachfrage und Entwicklung der Neuinvestitionen ist jedoch noch nichts über den Kausalnexus zwischen diesen beiden Größen im Akzelerationsprinzip ausgesagt. Auch über diesen wird in der

---

1) Vgl. Mieth, W., a.a.O., S. 22

2) Tinbergen, J., Wesen und Bedeutung der Ökonometrie, in: Zeitschrift für Ökonometrie, Heft 1, Mainz 1950, S. 7

Literatur keine einhellige Meinung geäußert. "Sometimes causality is not considered at all; the principle is only meant to explain the difference in intensity between consumers' goods production and producers' goods production. In other cases, however, the principle is meant to explain investment fluctuations. Changes in consumption are then taken as given; fluctuations in investment activity are deduced."[1] Hier soll in Übereinstimmung etwa mit E. Schneider angenommen werden, daß die Entwicklung der realen Nachfrage kausal die Größe der Neuinvestitionen im Sinne von (induzierten) Erweiterungsinvestitionen bestimmt.[2] Das bedeutet, daß über eine unterstellte Entwicklung des Mengenabsatzes der Verlauf der Neuinvestitionen bis auf einen technischen Strukturkoeffizienten nicht nur funktional sondern auch kausal festgelegt ist. Es genügt daher - bei als bekannt vorausgesetzten Bruttoinvestitionen an Maschinen - eine Annahme über den Verlauf der Nachfrage zu machen, d.h. in Übereinstimmung mit dem bereits gesagten zu verfügen, daß der Mengenabsatz während der Nachfrageexpansion gemäß einer Sinus-Funktion verlaufen soll.

Zur Einführung in die nunmehr anzustellenden formaltheoretischen Überlegungen wird die beschriebene funktionale Abhängigkeit der induzierten Neuinvestitionen im güterwirtschaftlichen Sinne vom Mengenabsatz in Figur 1 dargestellt, worin mit u_t der Mengenabsatz und mit ${}_N y_t$ die Neuinvestitionen bezeichnet sind.

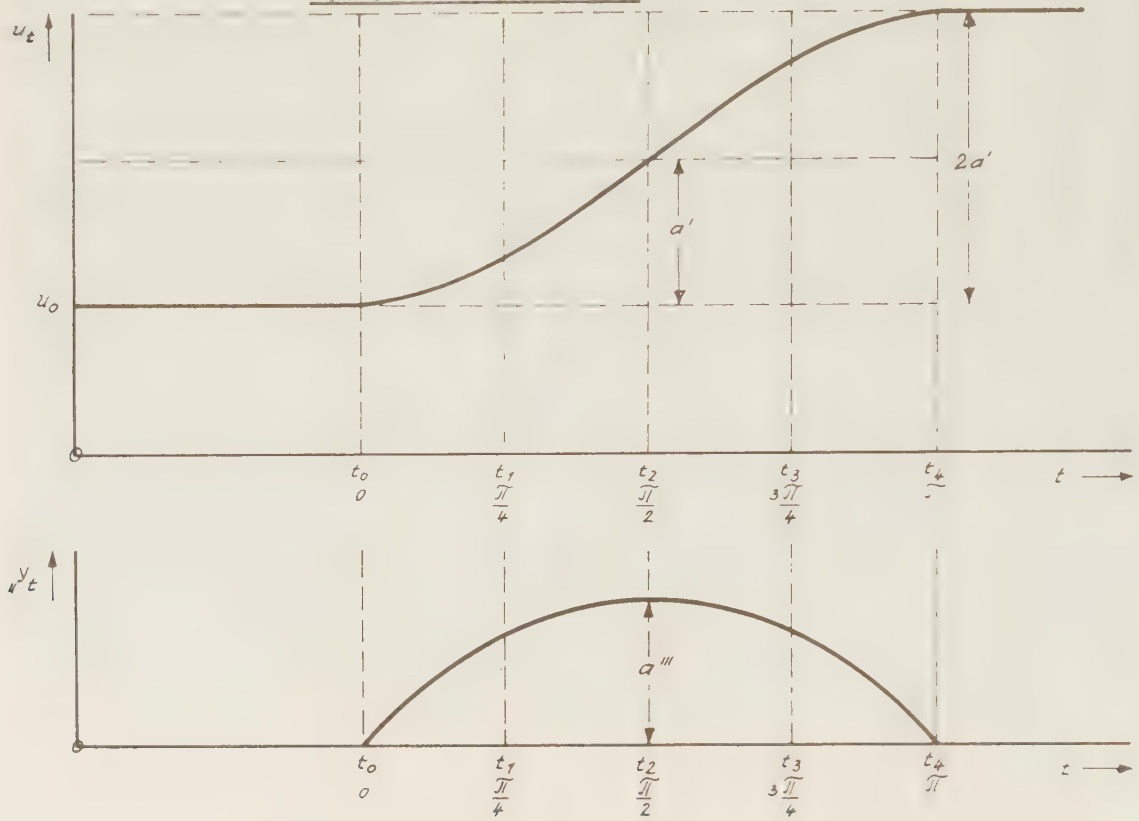
---

1) Tinbergen, J., Statistical Evidence on the Acceleration Prinziple, in: Economica, N.S. Bd. 5 (1938), S. 166

2) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III.Teil, Tübingen 1952, S. 170, 1.Auflage

Fig 1

Die Funktionalbeziehung zwischen Mengenabsatz u. induzierten realen Nettoinvestitionen



Es wird also in Übereinstimmung mit E.Schneider[1] davon ausgegangen, daß im zeitlichen Ausgangspunkt der Betrachtung (t=o) stationäre Bedingungen gegeben sind, die bis zum Zeitpunkt $t=t_o$ gelten. Im beiderseits abgeschlossenen Intervall $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ steigt der Mengenabsatz zuerst eine Zeitlang mit zunehmender und dann - vom Zeitpunkt $t=t_2$ an - mit abnehmender Zuwachsrate. - Mit a' von der ökonomischen Dimension einer Leistung [Menge.Zeit^{-1}] wird die Amplitude der Sinusschwingung bezeichnet, die in $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ diese Entwicklung der Mengennachfrage beschreiben soll. - Anschließend, also im nach rechts offenen Intervall $t \geq t_4$ liegen wieder stationäre Verhältnisse vor. Für die Zeitpunkte t_o und t_4 sind, wie aus der Begrenzung der Intervalle hervorgeht, stetige Übergänge des Mengenabsatzes vom stationären zum evolutorischen bzw. vom evolutorischen zum stationären Modell unterstellt. Neuinvestitionen im beschriebenen Sinne finden im beiderseits offenen Intervall $(t_o \ldots t_4)$ statt. Mit a"' ist der schon erwähnte technische Koeffizient bezeichnet.

Da sich nach Vereinbarung der Mengenabsatz im beiderseitig abgeschlossenen Interval $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ gemäß einer Winkelfunktion entwickeln soll, erscheint es zweckmäßig, zunächst die Wellenlänge $\tilde{\lambda}$ einer vollen Sinus- bzw. Kosinus-Schwingung und die Kreisfequenz $\tilde{\omega}$ einzuführen. Es ist in $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ in Verbindung mit Figur 1:

die Wellenlänge $\tilde{\lambda} = 2(t_4 - t_o)$, worin $t_4 > t_o$ ist, und

die Kreisfrequenz $\tilde{\omega} = \dfrac{2\tilde{\pi}}{\tilde{\lambda}} = \dfrac{\tilde{\pi}}{t_4 - t_o}$ mit $\tilde{\pi}$ als der Kreiskonstanten.

---

1) Vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1953, S. 173, 1.Auflage

Damit ist in $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ die Transformation $\bar{\omega}(t-t_o) = \frac{\pi(t-t_o)}{t_4-t_o} = k'\pi$ möglich, wobei k' im Intervall $o \leq k' \leq 1$ definiert ist. Diese Transformation ist für einige ausgezeichnete Zeitpunkte in $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ in Figur 1 vermerkt.

Nunmehr läßt sich die Entwicklung der hier interessierenden Leistungsströme, Bestandsgrößen und Strukturkoeffizienten innerhalb des in Fig. 1 dargestellten, nach rechts nicht begrenzten Beobachtungsintervalls herleiten.

Für die als vorgegeben betrachtete Entwicklung des Mengenabsatzes ergibt sich

$$(a)\ u_t = \begin{cases} 1)\ u_o \text{ für } o \leq t \leq t_o \\ 2)\ \left\{ \begin{matrix} u_o + a'\left\{1 + \sin\left[\bar{\omega}(t-t_o) - \frac{\pi}{2}\right]\right\} \\ = u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}(t-t_o)\right] \end{matrix} \right\} \text{für } t_o \leq t \leq t_4 \\ 3)\ u_o + 2a' \text{ für } t_4 \leq t \end{cases}$$

Es ist also speziell an der Stelle t_1 : $u_{t_1} = U_o + a' \cdot \frac{(2-\sqrt{2})}{2}$,

an der Stelle t_2 : $u_{t_2} = u_o + a'$ und

an der Stelle t_3 : $u_{t_3} = u_o + a'\left(\frac{2+\sqrt{2}}{2}\right)$.

Die relative zeitliche Veränderung des Mengenabsatzes ist im beiderseits abgeschlossenen Intervall $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$

$$(a_1)\ U(t) = \frac{u_t}{u_o} = \frac{u_t}{u_{t_o}} = \frac{u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}(t-t_o)\right]}{u_o}$$

Die Änderungsgeschwindigkeit des Mengenabsatzes ergibt sich nach einmaliger Ableitung von (a) zu

$$(a_2)\ \dot{u}_t = \left.\begin{cases} 1)\ o \text{ für } o \leqq t \leqq t_o \\ 2)\ a'\bar{\omega}\sin\bar{\omega}(t-t_o) \text{ für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3)\ o \text{ für } t_4 \leqq t \end{cases}\right\} \text{absolut und}$$

$$\text{relativ zu } \dot{U}(t) = \frac{\dot{u}_t}{u_o} = \begin{cases} 1)\ o \text{ für } o \leqq t \leqq t_o \\ 2)\ \dfrac{a'\,\bar{\omega}\,\sin\,\bar{\omega}\,(t-t_o)}{u_o} \text{ für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3)\ o \text{ für } t_4 \leqq t \end{cases}$$

Die Änderungsbeschleunigung des (absoluten) Mengenabsatzes ist

$$(a_3)\ \ddot{u}_t = \begin{cases} 1)\ \ o \text{ für } o \leqq t \leqq t_{o-o} \text{ und } a'\bar{\omega}^2 \text{ für } t = t_{o+o} \\ 2)\ \ a'\bar{\omega}^2 \cos\ \bar{\omega}(t-t_o) \gtreqless o, \text{ wenn für } t_o < t < t_4 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad t \leqq \gtrless t_2 \text{ ist} \\ 3)\ -a'\bar{\omega}^2 \ \text{ für } t = t_{4-o} \text{ und } o \text{ für } t \geqq t_{4+o} \end{cases}$$

Sie weist notwendig zu den Zeitpunkten t_o und t_4 Sprungstellen auf.

Aufgrund der bestehenden Voraussetzungen über die Konstanz des Produktionsverfahrens und des Ausnutzungsgrades sowie der Verfügung, daß eine Lagerhaltung an Fertigerzeugnissen entweder nicht vorliegt oder sich eine etwa vorhandene Lagerhaltung proportional zum Mengenabsatz entwickeln soll, muß ein direkt proportionales Verhältnis zwischen dem Mengenabsatz und dem realen Nettoprodukt bestehen. Das reale Nettoprodukt des betrachteten Industriezweiges kann somit in Verbindung mit (a) wie folgt beschrieben werden:

$$(b)\ n_t = \frac{u_t}{a''} = \begin{cases} 1)\ \dfrac{u_o}{a''} \text{ für } o \leqq t \leqq t_o \\ 2)\ \dfrac{u_o + a'\,\left[1 - \cos\,\bar{\omega}\,(t-t_o)\right]}{a''} \text{für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3)\ \dfrac{u_o + 2a'}{a''} \ \text{ für } t_4 \leqq t \end{cases}$$

Dabei ist der dimensionslose Proportionalitätsfaktor a" abhängig vom zeitinvarianten technischen Niveau des Produktionsverfahrens und vom Ausmaß der eventuell vorhandenen Lagerhaltung an Fertigprodukten. Da diese Lagerhaltung unter den geltenden Bedingungen in gewisser Weise analog etwa zur Kassenhaltung der Banken als technisch bedingt aufgefaßt werden kann, ist es sinnvoll, die Größe a" als technischen Strukturkoeffizienten zu verstehen. Dieser Strukturkoeffizient kann als bekannt angesehen werden, da sowohl der Mengenabsatz wie das Nettoprodukt als bekannt vorausgesetzt sind.

Aus (b) folgt in Verbindung mit (a_1), daß die prozentuale Veränderung des realten Nettoproduktes unter den bestehenden Voraussetzungen gleich derjenigen des Mengenabsatzes ist.

Die Änderungsgeschwindigkeit des Nettoproduktes ergibt sich aus (b) zu

$$(b_1)\quad \dot{n}_t = \frac{\dot{u}_t}{a''} = \begin{cases} 1)\ 0 \text{ für } 0 \leq t \leq t_0 \\ 2)\ \dfrac{a'\bar{\omega}\sin\bar{\omega}\ (t-t_0)}{a''} \text{ für } t_0 \leq t \leq t_4 \\ 3)\ 0 \text{ für } t_4 \leq t \end{cases}$$

und seine Änderungsbeschleunigung ist

$$(b_2)\quad \ddot{n}_t = \frac{\dot{u}_t}{a''} = \begin{cases} 1)\ 0 \text{ für } 0 \leq t < t_0 \text{ und } \dfrac{a'\bar{\omega}^2}{a''} > 0 \text{ für } t = t_0 \text{ von rechts her abgeleitet} \\ 2)\ \dfrac{a'\bar{\omega}^2\cos\bar{\omega}(t-t_0)}{a''} \text{ für } t_0 < t < t_4 \\ 3)\ \dfrac{-a'^{-2}}{a''} < 0 \text{ für } t = t_4 \text{ von links und } 0 \text{ für } t_4 < t \end{cases}$$

Auch die Änderungsbeschleunigung des Nettoprodukts entwickelt sich bei dem hier vorgegebenen Verlauf des

Mengenabsatzes an den Stellen t_o und t_4 sprunghaft.

Die durch den zunehmenden Mengenabsatz induzierten Neuinvestitionen lassen sich unter den gegebenen Prämissen in Verbindung mit Fig. 1 beschreiben durch den Ausdruck:

$$(c)\quad {}_N y_t = \begin{cases} 1) & o \text{ für } o \leqq t \leqq t_o \\ 2) & a''' \sin \bar{\omega}\,(t-t_o) \text{ für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3) & o \text{ für } t_4 \leqq t \end{cases}$$

Dabei ist a"' der schon zweimal erwähnte technische Strukturkoeffizient, der, wie unter (1) gezeigt wird, durch die im Intervall $o \leqq t \leqq t_o$ erforderlichen Ersatzinvestitionen, durch die zeitinvariante Umschlagszeit der Maschinen und durch den Mengenabsatz in $\langle o \ldots t_4 \rangle$, also durch dessen Zuwachsarate in $t_o \leqq t \leqq t_4$ festgelegt ist. Die zeitinvariante Relation a"' kann somit als ein Maß für die Ausstattung des Produktionsprozesses mit Maschinen aufgefaßt werden. Sie ist wie die Größe a' von der Demension einer ökonomischen Leistung $\left[\text{Menge} \cdot \text{Zeit}^{-1}\right]$.

Aus (c) folgt in Verbindung mit (a_2) für den zeitinvarianten Akzelerator[1]

$$(d)\quad \beta_o = \begin{cases} 1) & \text{zunächst nicht definiert für } o \leqq t < t_o \text{ und} \\ & \qquad\qquad \frac{a'''}{a'\bar{\omega}} \text{ für } t = t_o \\ 2) & \frac{a'''}{a'\bar{\omega}} \text{ für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3) & \frac{a'''}{a'\bar{\omega}} \text{ für } t = t_4 \text{ und zunächst nicht definiert} \\ & \qquad\qquad \text{für } t > t_4 \end{cases}$$

Dabei ist zu begründen, daß an den Stellen t_o und t_4 die in (d) vorgenommene Division durch $\sin \bar{\omega}\,(t-t_o) = \rho$ durchgeführt werden darf, was darauf hinausläuft, daß der Akzelerator auch für die Endpunkte des Intervalls $t_o \ldots t_4$ definiert ist. Aus der einmaligen Anwendung der Regel von

de l'Hospital, die auf S. 36 schon einmal benutzt wurde, folgt

$$\lim_{t \to t_{o+o}} \beta_o = \lim_{t \to t_{o+o}} \frac{a''' \sin \bar{\omega} (t-t_o)}{a' \bar{\omega} \sin \bar{\omega} (t-t_o)}$$

$$= \lim_{t \to t_{o+o}} \frac{a'''\cos \bar{\omega} (t-t_o)}{a' \bar{\omega} \cos \bar{\omega} (t-t_o)} = \frac{a'''}{a' \bar{\omega}} > o$$

für die Stelle $t = t_o$ von rechts, da für $t = t_o$ sich $\cos \bar{\omega} (t-t_o) = 1$ ergibt. D.h. der Akzelerator β_o hat an der Stelle t_o einen eigentlichen, von Null verschiedenen Grenzwert. An der Stelle $t = t_4$ ist die analoge Grenzwertbetrachtung möglich, da in $t = t_4$ für $\cos \bar{\omega} (t-t_o) = -1$ ist. Das bedeutet, daß sich der Akzelerator sinnvoll auch für die dem Bereich $t_o \leq t \leq t_4$ unmittelbar benachbarten offenen Intervalle $o < t < t_4$ und $t_4 < t$ definieren läßt.

D a' und a''' in ihren ökonomischen Dimensionen übereinstimmen, die Kreisfrequenz $\bar{\omega}$ (vgl. Seite 223) aber die Dimension $\left[\text{Zeit}^{-1}\right]$ hat, handelt es sich bei zeitinvarianten Akzelerator um eine zeitbezogene Größe. Ihr numerischer Wert ist daher von der Zeitdauer der Periode abhängig, während der die Nachfrage steigt.[2] Über den Betrag von β_o läßt sich an dieser Stelle keine Aussage machen, da a''' zunächst noch nicht bekannt ist. Allgemein läßt sich nur sagen: "Ist der Akzelerator größer als 1, so intensiviert das Akzelerationsprinzip die Wirkung, die von einer Nachfragesteigerung auf die vorgelagerte Produktionsstufe ausstrahlt. Bei einem Akzelerator kleiner

---

1) Vgl. etwa Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1952, S. 171, 1.Auflage

2) Mieth, W., a.a.O., S. 23, Fußnote 19

als 1 zeigt sich die Nachfragesteigerung in der vorgelagerten Stufe nur in abgedämpfter Form."[1] Ob $\beta_o \gtreqless 1$ besteht, hängt wesentlich vom Ausmaß der "Bewaffnung" des Produktionsprozesses mit Maschinen, also vom Betrag des Koeffizienten a"' ab.

Mit dem Mengenabsatz und dem vorläufig nur formal erfaßten zeitinvarianten Akzelerator ist auch die Entwicklung des Maschinenbestandes q_t im betrachteten Intervall zunächst formal zu ermitteln. Unter den gegebenen Bedingungen besteht nämlich auch ein Verhältnis direkter Proportionalität zwischen dem Umfang des Maschinenbestandes q_t und der Entwicklung des Mengenabsatzes u_t, wobei der Akzelerator β_o der Proportionalitätsfaktor ist: $q_t = \beta_o u_t$[2]. Es ist deshalb

$$(1)\quad q_t = \begin{cases} 1)\ \dfrac{a'''\, u_o}{a'\,\bar{\omega}} \text{ für } o \leqq t \leqq t_o \\ 2)\ \dfrac{a'''}{a'\bar{\omega}}\left\{u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}\,(t-t_o)\right]\right\} = \dfrac{a'''\,\bar{u}_t}{a'\,\bar{\omega}} \text{ für } t_o \leqq t \leqq t_4 \\ 3)\ \dfrac{a'''(2a' + u_o)}{a'\,\bar{\omega}} \text{ für } t \geqq t_4 \end{cases}$$

Unter den an dieser Stelle geltenden Voraussetzungen des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form entspricht die Entwicklung des Umfangs des Maschinenbestandes q_t derjenigen der Stückzahl der vorhandenen Maschinen m_t. Dies folgt aus den unterstellten Bedingungen in Verbindung mit den Ausführungen über die reine Erweiterung

---

1) Mieth, W., a.a.O. S. 23

2) (d) ergibt sich nach Umformung auch aus $N y_t = \beta_o u_t$. Da β_o eine Konstante ist, folgt in Verbindung mit (2') nach Quadratur $q_t = \beta_o u_t$. q_t und u_t sind definiert im nach rechts offenen Intervall $t \geqq o$. Auf diese Weise läßt sich zeigen, daß der Akzelerator β_o für alle nicht negativen t, also auch für $t = o$ definiert ist.

des Produktionsprozesses unter 32 000. Damit handelt es sich auch bei den induzierten Neuinvestitionen (d) um reine Erweiterungsinvestitionen im Sinne dieser Untersuchung (vgl. (36)).

In $t_o \leq t \leq t_4$ ist

$$(e_1)\quad Q(t) = \frac{q_t}{q_o} = \frac{u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}(t-t_o)\right]}{u_o}$$

Hieraus folgt auch für das Intervall $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ in Verbindung mit (a_1)

$\frac{Q(t)}{U(t)} = \frac{Q(t)}{N(t)} = 1$ in $o \leq t < t_o$ und in $t > t_4$ ist ohnehin

$$\frac{Q(t)}{U(t)} = \frac{1}{1}$$

Diese Aussage auf kausaler Betrachtungsebene ist der stochastischen Forderung Tinbergens[1] gleichzusetzen, daß bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner strengen Fassung der regressionskoeffizient zwischen der prozentualen Veränderung des Kapitalstocks und der prozentualen Veränderung der Nachfrage gleich 1 sein muß.

Wegen (e) ergibt sich in Verbindung mit (38) der vom Zeitpunkt $t = t_o$ an innerhalb $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ neu akkumulierte Maschinenbestand zu

$$q^*_{t} = \int_{t_o}^{t-t_o} y_t\, dt = a''' \int_{t_o}^{t-t_o} \sin\bar{\omega}(t-t_o)\, dt = \frac{a'''}{\bar{\omega}}\left[1 - \cos\bar{\omega}(t-t_o)\right].$$

Der in $\langle t_o \ldots t_4 \rangle$ akkumulierte neu hinzukommende Maschinenbestand beläuft sich damit auf $q^*_{t_4} = \frac{2a'''}{\bar{\omega}}$.

Berücksichtigt man (19), dann ist wegen (e) auch eine Aussage über die absolute Größe des unbereinigten Kapitalkoeffizienten φ möglich. Multipliziert man nämlich (19)

1) Tinbergen, J., Statistical Evidence on the Acceleration Principle, a.a.O., S. 165

auf beiden Seiten mit q_o, dann folgt $q_t = q_o \varphi(t)\ N(t) = \varphi_o \varphi(t)\ n_o N(t)$. Beachtet man außerdem (b) und (d), so ergibt sich:

$$\varphi_o \varphi(t) = \frac{a''' u_o}{a' \bar{\omega} n_o} = \frac{a'' a'}{a' \bar{\omega}} = \varphi_o,$$ wobei allerdings die Größe a''' noch ermittelt werden muß.

Bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips ist damit auch der unbereinigte Kapitalkoeffizient zeitinvariant. Wegen (18) und der Bedingung der Konstanz des Ausnutzungsgrades verändert sich auch der bereinigte Kapitalkoeffizient η unter den bestehenden Voraussetzungen nicht. Beide Ergebnisse bestätigen die unter den entsprechenden Prämissen unter 320 000 gemachten Aussagen.

Nunmehr lassen sich unter der Hypothese, daß der Maschinenverschleiß kontinuierlich ersetzt wird, auch die Ersatzinvestitionen formal erfassen. Gemäß (27) ist nämlich $r_t = q_t \cdot \tau_t^{-1}$. Da der Umfang des Maschinenbestandes in (e) vorliegt, stellt sich die Frage nach dem Verhalten der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen Aus (e) folgt in Zusammenhang mit (27), wenn außerdem (d) berücksichtigt und wegen des unterstellten kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes $r_t . u_t^{-1} = \alpha_o^{-1}$ gesetzt wird:

(f) $\beta_o = \frac{q_t}{u_t} = \frac{r_t \tau_t}{u_t} = \alpha_o \tau_t = \alpha_o \tilde{\tau}_o$, [1] da voraussetzungsgemäß bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips und gleichzeitigem kontinuierlichem Ersatz des permanent anfallenden Maschinenverschleißes der aus der absoluten Entwicklung der Ersatzinvestitionen und der Mengennach-

1) α_o und $\tilde{\tau}_o$ sind für alle nicht negativen t des Beobachtungsintervalls definiert. Infolgedessen ist nach (f) auch β_o für alle $t \geq o$ definiert. Vgl. hierzu Fußnote 2) Seite 229

frage gebildete Quotient α zeitinvariant sein muß.[1)]

Damit ist auch die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen konstant, womit wiederum die unter 320 000 durchgeführten Überlegungen ihre Bestätigung erfahren.

Die Ersatzinvestitionen entwickeln sich folglich, wenn (27) in Verbindung mit (f) und (d) beachtet wird, gemäß:

$$(g)\quad r_t = \begin{cases} 1)\ \dfrac{a'' ' u_o}{a'\,\bar{\omega}_o \tau_o} = r_o \text{ für } o \leq t \leq t_o \\ 2)\ \dfrac{a'' '}{a'\,\bar{\omega}\tau_o}\left\{u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}(t-t_o)\right]\right\} \text{ für } t_o \leq t \leq t_4 \\ 3)\ \dfrac{a'' '(2a'+u_o)}{a'\,\bar{\omega}\,\tau_o} \quad \text{für } t \geq t_4 \end{cases}$$

Wegen (23), (c) und (g) ergibt sich für die Bruttoinvestitionen an Maschinen:

$$(h)\quad \dot{y}_t = \begin{cases} 1)\ \dfrac{a'' ' u_o}{a'\bar{\omega}\tau_o} = y_o = r_o \text{ für } o \leq t \leq t_o \\ 2)\ \dfrac{a'' '\left\{a'\bar{\omega}\,\tau_o \sin\bar{\omega}(t-t_o) + u_o + a'\left[1-\cos\bar{\omega}(t-t_o)\right]\right\}}{a'\bar{\omega}\tau_o} \quad \text{für } t_o \leq t \leq t_4 \\ 3)\ \dfrac{a'' '(2a'+u_o)}{a'\bar{\omega}\tau_o} \text{ für } t \geq t_4. \end{cases}$$

Im beiderseits offenen Intervall $(t_o \ldots t_4)$ ist infolgedessen, wenn (a), (a_1) und $a_2)$ berücksichtigt werden, die relative zeitliche Veränderung der Bruttoinvestitionen:

---

1) Vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, 1. Aufl., Tübingen 1953, S.171

(h_1) $J(t) = \frac{y_t}{\dot{y}_o} = \tau_o \dot{U}(t) + U(t) > U(t)$ in $t_o < t < t_4$, da im Aufschwung $\dot{U}(t) > o$ und aus ökonomischen Gründen $\tau_o > o$ ist.

Dieser Aussage wird bei der unter 640 000 vorzunehmenden ersten Stützung der Arbeitshypothese vom kontinuierlichen Ersatz des Maschinenverschleißes einige Bedeutung zukommen. Beachtet man $U(t) \equiv N(t)$ (vgl. S.224/225), dann ist auch $J(t) > N(t)$ in $(t_o \ldots t_4)$.

Im Innern des Intervalls $t_o \ldots t_4$ ist speziell für

$t = t_1$: $y_{t_1} = \frac{\alpha_o \{ 2u_o + a' [(\bar{\omega} \tau_o - 1) \sqrt{2} + 2] \}}{2}$,

$t = t_2$: $q_{t_2} = \alpha_o [u_o + a' (\bar{\omega} \tau_o + 1)]$,

$t = t_3$: $q_{t_3} = \alpha_o \frac{\{ 2u_o + a' [(\bar{\omega} \tau_o + 1) \sqrt{2} + 2] \}}{2}$, wenn

$\alpha_o = \frac{\rho_o}{\tau_o} = \frac{a''}{a' \bar{\omega} \tau_o}$ gesetzt wird.

Hieraus wird vor allem deutlich, daß die Entwicklung der Bruttoinvestitionen an Maschinen bei vorgegebenem Mengenabsatz wesentlich von der Länge der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen τ_o und vom Betrag der Kreisfrequenz $\bar{\omega}$ bestimmt wird. Da aber über die Dauer der Aufschwungsphase der Nachfrage $\frac{\lambda}{2} = t_4 - t_o$ und damit über den Betrag der Kreisfrequenz $\bar{\omega} = \frac{\pi}{t_4 - t_o} = \frac{2\pi}{\lambda}$ allgemein ebenso wenig etwas ausgesagt werden kann wie über die Länge der Umschlagsperiode der Maschinen τ_o, muß untersucht werden, wie das Größenverhältnis der Bruttoinvestitionen in den ausgewählten Zeitpunkten t_o, t_1, t_2, t_3 und t_4 allgemein beschaffen ist.

In Verbindung mit (h) ist:

$r_o = y_o = y_{t_o} < y_{t_1} < y_{t_2}$, wenn $\tau_o > o$,

$y_{t_1} \lesseqgtr y_{t_4}$, aber auch $y_{t_2} \lesseqgtr y_{t_3}$, wenn $\tau_o \lesseqgtr \frac{1+\sqrt{2}}{\bar{\omega}}$, und

$y_{t_2} \lesseqgtr y_{t_4}$, wenn $\tau_o \lesseqgtr \frac{1}{\bar{\omega}}$.

Die Änderungsgeschwindigkeit der Bruttoinvestitionen beträgt:

$$(i)\ \dot{y}_t = \begin{cases} 1)\ o \text{ für } o \leq t \leq t_{o-o} \text{ und } a''\bar{\omega} \text{ für } t = t_{o+o} \\ 2)\ \dfrac{a''\left[\bar{\omega}\tau_o \cos \bar{\omega}\,(t-t_o) + \sin \bar{\omega}\,(t-t_o)\right]}{\tau_o} \quad \text{für } t_o < t < t_4 \\ 3)\ -a''\bar{\omega} \text{ für } t = t_{4-o} \text{ und } o \text{ für } t_{4+o} \leq t \end{cases}$$

Die Bruttoinvestitionen durchlaufen speziell den Zeitpunkt $t = t_2$ mit der Änderungsgeschwindigkeit $\dot{y}_{t_2} = \frac{a''}{\tau_o} > o$. Für $t = t_2$ liegen somit unter den gegebenen Bedingungen immer zunehmende Bruttoinvestitionen vor. Im beiderseits abgeschlossenen Intervall $t_2 \leq t \leq t_4$ bzw. (vgl. Fig. 1) in $< \frac{\pi}{2} \ldots \pi >$ wechselt $\dot{y}_t$ damit das Vorzeichen. Also passieren die Bruttoinvestitionen gemäß (i) in diesem Intervall ein Maximum. Geht man nun in Übereinstimmung mit den auf S.4 gemachten prinzipiellen Voraussetzungen davon aus, daß die Bruttoinvestitionen bekannt sind, dann läßt sich der somit auch bekannte Zeitpunkt t_{Max} in $< \frac{\pi}{2} \ldots (t_{Max}-t_o) \ldots \pi >$, zu welchem dieses Maximum von den Bruttoinvestitionen durchlaufen wird, graphisch ermitteln (vgl. Fig. 2 auf S.239). Infolgedessen läßt sich bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips und gleichzeitigem kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen ermitteln. Gemäß (i) ergibt sich nämlich für den Zeitpunkt, zu welchem die erste Abteilung der Bruttoinvesti-

tionen an Maschinen verschwindet:

$$(k)\ \tilde{\tau}_o = \frac{-tg\,\bar{\omega}\,(t_{Max}-t_o)}{\bar{\omega}} = -\frac{tg\,\frac{(t_{Max}-t_o)}{t_4-t_o}}{\bar{\omega}}$$

Dabei ist, da die Bruttoinvestitionen ihr Maximum in $\langle \frac{\tilde{\pi}}{2} \ldots \tilde{\pi} \rangle$ durchlaufen,

$$\frac{\tilde{\pi}}{2} < \frac{\tilde{\pi}(t_{Max}-t_o)}{t_4-t_o} < \tilde{\pi}.$$

Daraus folgt $tg\,\bar{\omega}\ (t_{Max}-t_o) < o$, womit gezeigt ist, daß $\tilde{\tau}_o > o$ ist. Daraus folgt aber auch, daß die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen umso größer ist, je näher der Zeitpunkt des Maximums der Bruttoinvestitionen in $(t_2 \ldots t_4)$ am Zeitpunkt $t=t_2$, zu welchem die Neuinvestitionen ihr Maximum durchlaufen, liegt. Dies leuchtet auch unmittelbar ein. Ist nämlich die Umschlagsperiode groß, dann sind die Ersatzinvestitionen vergleichsweise gering. Umso mehr prägen die Neuinvestitionen den Verlauf der Bruttoinvestitionen.

Wegen (k) und $y_o = r_o = \frac{a''u_o}{a'\bar{\omega}\tilde{\tau}_o}$ (vgl. (h)) ergibt sich für den technischen Koeffizienten der "Kapitalbewaffnung" a"':

$$(1)\ a''' = \frac{-y_o a' tg\bar{\omega}\ (t_{Max}-t_o)}{u_o}$$, womit auch dieser Koeffizient bekannt ist.

Berücksichtigt man (e), dann folgt in Verbindung mit (1):

$$q_o = \frac{-y_o\ tg\,\bar{\omega}\ (t_{Max}-t_o)}{\bar{\omega}} \quad \text{bzw.}$$

$$q_t = \frac{-y_o\left\{u_o + a'\left[1 - \cos\bar{\omega}\ (t-t_o)\right]\right\}\ tg\,\bar{\omega}(t_{Max}-t_o)}{u_o\,\bar{\omega}}.$$

Damit ist auf der Grundlage eines speziellen, auf den Annahmen eines anerkannten theoretischen Lehrstücks basierten Rechenbeispiels gezeigt, daß sich unter den Voraussetzungen einer gleichbleibenden Produktionstechnik, einer Konstanz des Ausnutzungsgrades der Maschinen und einer Zeitinvarianz der Umschlagshäufigkeit des Fertigwarenlagers die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen und der Umfang des Maschinenbestandes ermitteln lassen, wenn Mengenabsatz bzw. reales Nettoprodukt und die Bruttoinvestitionen an Maschinen bekannt sind. Gleichzeitig erhält in diesem Rechenbeispiel die Abhängigkeit der Umschlagsperiode der Maschinen von Mengenabsatz bzw. Nettoprodukt und Bruttoinvestitionen an Maschinen, die in den allgemeinen Grenzwertbetrachtungen auf S. 36 f zum Ausdruck kommt, eine durchsichtige ökonomisch-sachliche Deutung. Damit ist nachgewiesen, daß die bisherige Art des Vorgehens, insbesondere das Anlegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise im Prinzip zumindest nicht im Widerspruch zu der anerkannten Lehrmeinung der Theorie steht. Ob die Arbeitshypothese vom kontinuierlichen Ersatz des Maschinenverschleißes jedoch im Hinblick auf die Realität des Wirtschaftsgeschehens zulässig ist, bedarf einer besonderen Prüfung.

Bevor dieses Teilproblem angegangen wird, soll der zu seiner Lösung wichtige Zusammenhang zwischen Brutto- und Neuinvestitionen an Maschinen und Mengenabsatz graphisch dargestellt werden. Hierbei wird zur Verdeutlichung dessen, was in diesem Exkurs bisher ausgeführt wurde, vor allem die Abhängigkeit der Bruttoinvestitionen von der Länge der Umschlagsperiode der Maschinen aufzuzeigen sein.

Um den Verlauf der Bruttoinvestitionen an Maschinen darstellen zu können, ist es noch erforderlich, zu ermitteln, ob und gegebenenfalls wann dieser Wendepunkte mit nicht-horizontaler Wendetangente aufweist. Für das

Auftreten von Wendepunkten dieser Art ist bekanntlich das Verschwinden des zweiten Differentialquotienten von y_t die notwendige Bedingung.

Nachdem die zweite Ableitung von y_t (vgl. (h)) gleich Null gesetzt ist, folgt durch Umformung:

$$\bar{\omega}\,\tau_o = \frac{1}{\operatorname{tg}\ \bar{\omega}\,(t_w - t_o)} = \operatorname{ctg}\,\bar{\omega}\,(t_w - t_o),$$

wo t_w den Zeitpunkt bezeichnet, zu welchem die Bruttoinvestitionen einen nicht-horizontalen Wendepunkt durchlaufen.

Da $\bar{\omega}\,\tau_o > o$ für alle nicht negativen t ist, muß auch $\operatorname{tg}\,\bar{\omega}\,(t_w - t_o) > o$ sein. Der nicht-horizontale Wendepunkt von y_t liegt damit für alle positiven und endlichen τ_o im beiderseits offenen Intervall $(t_o \ldots t_2)$, während - wie schon gezeigt wurde - y_t sein Maximum im beiderseits nicht abgeschlossenen Intervall $(t_2 \ldots t_4)$ passiert.[1)]

Nun ist außerdem

$$\bar{\omega}\,\tau_o = \operatorname{tg}\,\bar{\omega}\,(t_{Max} - t_o), \text{ wie sich aus (k) ergibt.}$$

Da $\frac{\pi}{2} < \bar{\omega}(t_{Max} - t_o) < \pi$ ist, kann man schreiben:

$$\operatorname{tg}\,\bar{\omega}(t_{Max} - t_o) = -\operatorname{ctg}\,\bar{\omega}(t_w - t_o) = \operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} + \bar{\omega}(t_w - t_o)\right].$$

Aus $\operatorname{tg}\,\bar{\omega}\,(t_{Max} - t_o) = \operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} + \bar{\omega}(t_w - t_o)\right]$ folgt nach Umformung:

$$t_{Max} - t_w = \frac{\pi}{2} = t_2 - t_o \quad \text{(vgl. Fig. 1)},$$

wobei an $\bar{\omega} = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{t_4 - t_o}$ (vgl. S. 223) erinnert sei.

Die Bruttoinvestitionen passieren in $(t_o \ldots t_4)$ ihren nicht-horizontalen Wendepunkt somit um die Zeitspanne $t_2 - t_o$ fürher als sie ihr Maximum durchlaufen. Je größer also τ_o ist, umso näher liegt der Zeitpunkt des Wendepunktes von y_t am Zeitpunkt $t = t_o$, weil dann ja auch der

1) Damit ist gleichzeitig gezeigt, daß y_t keine Wendepunkte mit horizontaler Wendetangente besitzt.

Zeitpunkt des Maximums von y_t nahe an t_2 von rechts her herangerückt.

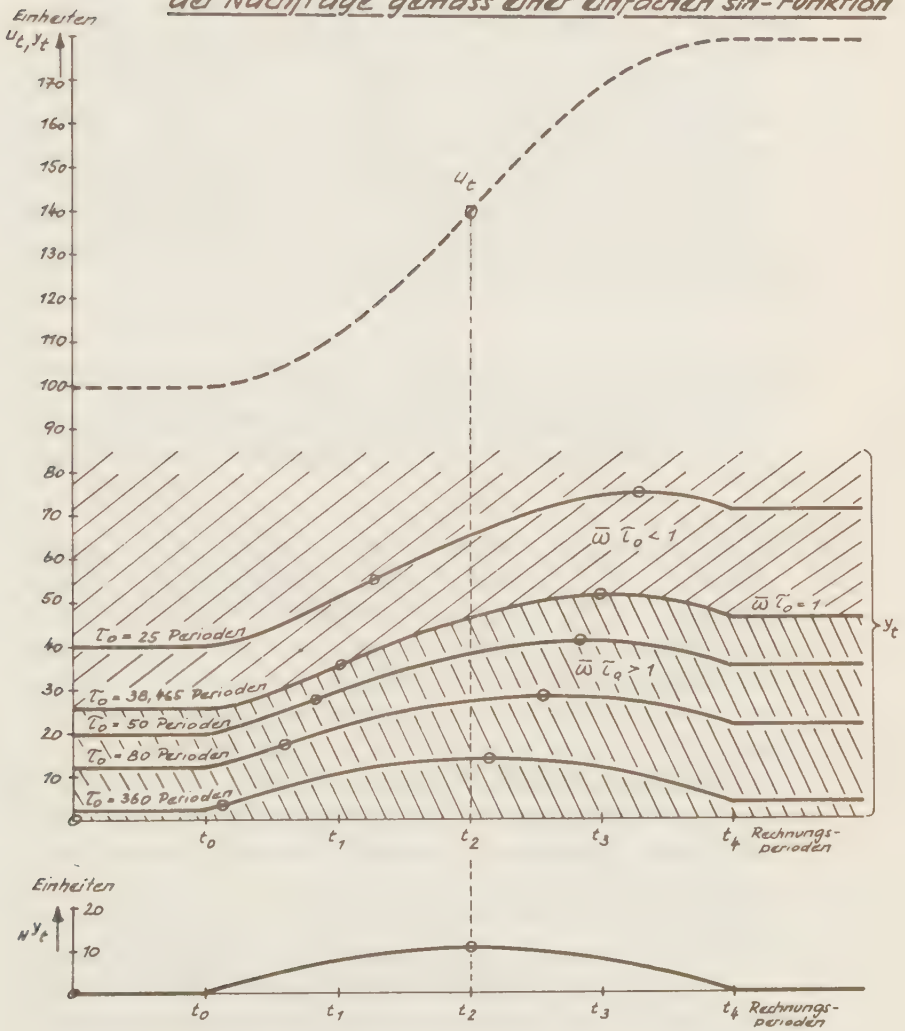
Damit kann das Ergebnis dieses Rechenbeispiels in Form einer graphischen Darstellung zusammengefaßt werden, wobei der technische Koeffizient der "Kapital-Bewaffnung" a"' aus Gründen der Vereinfachung ebenso festgehalten wird wie die Zeitdauer der Nachfrageexpansion, für die Umschlagsperiode der Maschinen aber verschiedene Werte angesetzt werden.

530 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen den Indices der realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips im Aufschwung in seiner einfachsten Form und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes

Mit diesem Rechenbeispiel ist gezeigt, wie bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes sich eine zeitlich begrenzte Nachfragesteigerung auf Umfang und Verlauf der Bruttoinvestitionen an Maschinen auswirken kann, wenn durch diese allein die Entwicklung der Neuinvestitionen kausal bestimmt ist. Es setzt allerdings insbesondere voraus, daß die Unternehmer ihren Investitionsentscheidungen ausschließlich die Entwicklung ihres Absatzes zugrundelegen und daß außerdem eine momentane Anpassung des Maschinenbestandes und damit unter den gegebenen Bedingungen der Maschinenstückzahl an die Nachfrage möglich ist. Aus didaktischen und aus heuristischen Gründen ist zudem in diesem Rechenbeispiel angenommen, daß sich der Mengenabsatz in der Aufschwungsphase durch eine einfache trigonometrische Funktion beschreiben läßt. Es kann aber - wenn überhaupt - nur mit großem Vorbehalt unterstellt werden, daß die Nachfrage in der Realität gemäß einer solchen periodisch-harmonischen

Fig. 2

Der Zusammenhang zwischen Mengenabsatz, Neuinvestitionen u. Bruttoinvestitionen bei Expansion der Nachfrage gemäss einer einfachen sin-Funktion



Funktion verläuft. Will man auf den Erkenntnissen, die sich aus diesem Rechenbeispiel ergeben, aufbauend zur Erklärung der Wirtschaftlichkeit fortschreiten und vor allem die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes rechtfertigen, dann muß der Datenkranz dieses Modells der Realität angepaßt, müssen also seine Bedingungen wirklichkeitsnäher formuliert werden. Das soll im folgenden geschehen. Dabei wird nach dem methodologischen Grundsatz verfahren, jeweils nur ein Datum zu modifizieren.

531 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen diesen Indices unter der Prämisse, daß der Nachfrageexpansion eine Stagnationsphase vorausgeht und folgt

Zunächst erscheint es im Hinblick auf das Ziel, das Anliegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise zu rechtfertigen, zweckmäßig, den speziellen Ansatz über die Entwicklung der Nachfrage während des Aufschwungs durch einen allgemeinen zu ersetzen und auf der Grundlage allgemeiner Nachfragefunktionen den Zusammenhang zwischen den realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und dem Mengenabsatz zu untersuchen. Hierzu wird unter Beibehaltung aller übrigen Prämissen des Akzelerationsprinzips im Aufschwung angenommen, daß die Nachfrage in einem nach rechts nicht abgeschlossenen Intervall $t_o \leq t < t_a$ stationär bleibt.[1] In dem zu diesem rechts benachbarten, beiderseits offenen Intervall $(t_a \ldots t_e)$ soll sie in irgendeiner, nicht näher anzugebender Weise monoton zunehmen und anschließend, also im Zeitabschnitt $t_e < t$ auf dem in

1) In der Theorie immer und in der Empirie gegebenenfalls läßt sich der Beginn der Beobachtung so festlegen, daß für $t=t_o$ die Änderungsgeschwindigkeit der Nachfrage verschwindet.

t_e erreichten Niveau verharren.

Diese nunmehr gültigen Annahmen über die Entwicklung der Nachfrage unterscheiden sich gegenüber denjenigen, auf denen das Rechenbeispiel basiert ist, also nicht allein darin, daß in $t_a \ldots t_e$ keine spezielle Nachfragefunktion vorgegeben wird. Darüber hinaus ist an dieser Stelle der Untersuchung zugelassen, daß der Mengenabsatz in den Zeitpunkten t_a und t_e nicht-differenzierbar verlaufen, also Knickstellen aufweisen kann. Die Nachfrage kann also "ruckartig" vom Intervall $\langle t_o \ldots t_a)$ nach $(t_a \ldots t_e)$ und von dieser Aufschwungsphase ebenso unstetig in die erneute Stagnationsphase $t > t_e$ übergehen.

Wird außerdem noch ein kontinuierlicher Ersatz des permanent anfallenden Maschinenverschleißes vorgeschrieben, dann ist wegen (f)

$n y_t = \beta_o \dot{u}_t$ und $r_t = \alpha_o u_t$ in $t \geq t_o$, wobei in $t_o \leq t < t_a$ und in $t_e < t$ voraussetzungsgemäß $\dot{u}_t = o$ sowie in $\langle t_o \ldots t_a)$ $u_t = u_{to} = u_o$ und in $t_e < t$ $u_t = u_{te}$ ist. Dagegen steigt in $(t_a \ldots t_e)$ die Nachfrage monoton: $\dot{u}_t > o$.

Wegen (24) ergeben sich die Bruttoinvestitionen an Maschinen zu $y_t = \beta_o \dot{u}_t + \alpha_o u_t = \alpha_o (\gamma_o \dot{u}_t + u_t)$, wenn (vgl. (f)) $\gamma_o = \beta_o \cdot \alpha_o^{-1}$ berücksichtigt wird.

Im Zeitpunkt $t = t_{a-o}$ ist somit speziell

$$y_{t_{a-o}} = y_{t_o} = y_o = \alpha_o u_{t_{a-o}} = r_{t_{a-o}} = r_{t_o} = r_o$$

Der auf den Zeitpunkt $t = t_{a-o}$ basierte Index der Bruttoinvestitionen ist dann - vgl. die auf S. 3 getroffene grundsätzliche Vereinbarung über die Schreibweise $f_t = f_o F(t)$ - :

$$J(t) = \frac{y_t}{y_{t_{a-o}}} = \frac{y_t}{y_{t_{a-o}}} = \frac{\alpha_o(\tau_o \dot{u}_t + u_t)}{\alpha_o u_{t_{a-o}}} = \tau_o \dot{U}(t) + U(t) \qquad \text{für alle } t$$

des Beobachtungszeitraumes.

Daraus folgt erstens $J(t) > U(t)$ im beiderseits offenen Intervall $t_a < t < t_e$, da während des Aufschwungs $\dot{U}(t) > o$ und aus ökonomischen Gründen $\tau_o > o$ für alle t ist. In der beiderseitig nicht abgeschlossenen Expansionsphase der Nachfrage liegt somit bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes der Index der Bruttoinvestitionen immer über demjenigen der mengenmäßigen Nachfrage, wenn beide Indices auf den Zeitpunkt des Anlaufes der Akzeleration basiert sind. Infolgedessen ist $(I(t) - U(t) = \tau_o \dot{U}(t) > o$ in $(t_a \ldots t_e)$. Das bedeutet, daß sich bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes in jedem Falle die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen errechnen läßt, wenn Mengenabsatz und Bruttoinvestitionen an Maschinen bekannt sind.

Zweitens folgt hieraus nach Differentiation

$\dot{J}(t) = \tau_o \ddot{U}(t) + \dot{U}(t) \gtrless \dot{U}(t)$, je nachdem die Änderungsbeschleunigung des Mengenabsatzes $\ddot{U}(t) \gtrless o$ ist.

Insbesondere verschwindet die Änderungsgeschwindigkeit des Index der Bruttoinvestitionen $\left[\dot{J}(t_{Extr.}) = o\right]$ in $t_a < t_{Extr.} < t_e$, wenn in diesem Intervall $\tau_o \ddot{U}(t_{Extr.}) = -\dot{U}(t_{Extr.})$ ist. Da nach Voraussetzung in diesem beiderseits nicht abgeschlossenen Bereich $\dot{U}(t) > o$ und folglich auch $\dot{U}(t_{Extr.}) > o$ und außerdem $\tau_o > o$ für alle t ist, kann der Index der Bruttoinvestitionen nur dann ein Extremum (Maximum oder Minimum passieren, wenn der Index der Mengennachfrage von unten konkav verläuft. Darüber,

ob der Index der Bruttoinvestitionen in der Aufschwungsphase der Nachfrage ein Maximum, ein Minimum oder gar kein Extremum passiert, kann allgemein nichts ausgesagt werden. Dennoch reichen die hergeleiteten allgemeinen Beziehungen aus, den grundsätzlichen Zusammenhang, der zwischen den beiden hier interessierenden Indices unter den geltenden Bedingungen in $t_a \ldots t_e$ besteht, zu diskutieren.

An der Stelle t_{a+o} sind nämlich, auf die Änderungsbeschleunigung des Mengenabsatzes abgestellt - formal grundsätzlich drei Möglichkeiten denkbar. Erstens kann es sein, daß zu Beginn der Akzeleration die Nachfrage von unten konvex verläuft. Zweitens kann in $t=t_{a+o}$ die zweite Ableitung der Funktion U(t) verschwinden. Drittens ist ein von oben konvexer Verlauf des Mengenabsatzes in diesem Zeitpunkt möglich. Außerdem kann die Änderungsbeschleunigung der Nachfragefunktion während der ganzen Aufschwungsphase, also bis t_{e-o}, ihr anfänglich in t_{a+o} gegebenes Vorzeichen beibehalten oder ändern. D.h., die anfängliche Beschleunigungstendenz von U(t) mit $\ddot{U}(t) > o$ in $(t_a \ldots t_e)$ kann bis t_{e-o} erhalten bleiben; die Änderungsbeschleunigung der Nachfrage kann aber in $(t_a \ldots t_e)$ auch einen Tendenzwechsel erfahren, wie es etwa im Rechenbeispiel unterstellt ist. Die sich hieraus ergebenden formalen Variationen des Problems werden jedoch aus ökonomischen Gründen stark reduziert, wie sogleich gezeigt wird.

Zunächst sollen die drei grundsätzlichen Möglichkeiten des Verlaufs des Mengenabsatzes zu Beginn der Akzeleration und des sich hieraus ergebenden Zusammenhanges zwischen den beiden hier interessierenden Indexzahlen unter der Voraussetzung diskutiert werden, daß die Änderungsbeschleunigung der Nachfrage in $(t_a \ldots t_e)$ keinen Vorzeichenwechsel erfährt (vgl. Fig. 3 a, b, c). Dabei wird - weil wirklichkeitsnäher und allgemeiner - unterstellt, daß der

Mengenabsatz in den Zeitpunkten t_a und t_e nicht stetig verläuft, d.h. Knickstellen aufweist.

Aus Fig. 3 a, b, c ist zu ersehen, daß in $(t_a \ldots t_e)$, also in der beiderseits nicht abgeschlossenen Expansionsphase der Nachfrage, der Index der Bruttoinvestitionen in jedem dieser drei grundsätzlich denkbaren Fälle über demjenigen des Mengenabsatzes liegt, wenn beide Indexzahlen auf den Zeitpunkt des Anlaufens der Akzeleration von links her basiert sind. Die Differenz $(J(t) - U(t) = {}_o\dot{U}(t)$ ist also immer positiv und damit bei vorgegebenen Bruttoinvestitionen und bekanntem Mengenabsatz die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen immer zu ermitteln. Anderungsgeschwindigkeit und Anderungsbeschleunigung des Index der Bruttoinvestitionen sind, wie ersichtlich, vom zeitlichen Verlauf des Index des Mengenabsatzes abhängig.

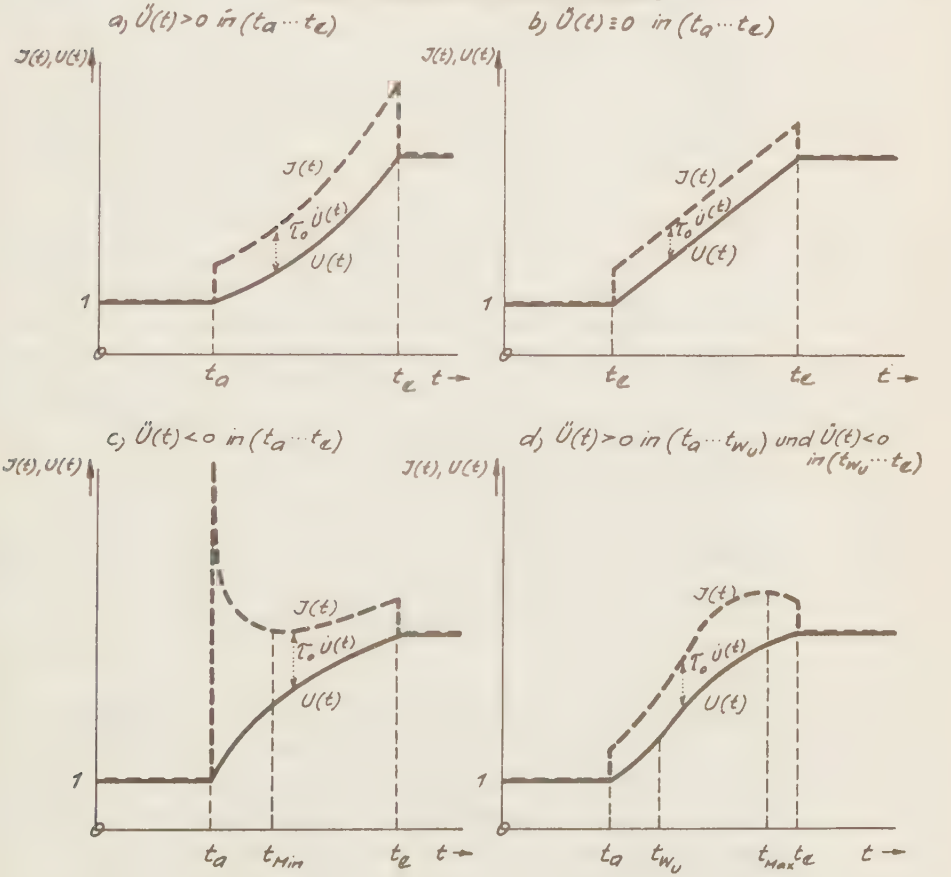
Verläuft in $(t_a \ldots t_e)$ die Nachfragefunktion von oben konkav, also mit positiver zweiter Ableitung (vgl.Fig.3a), dann ist in dieser beiderseitig offenen Phase $\dot{J}(t) \quad \dot{U}(t)$ o und damit auch $\ddot{J}(t)$ o. Da in $(t_a \ldots t_e)$ J(t) eine stärkere Krümmung (einen kleineren Krümmungsradius) als U(t) besitzt, ist daselbst sogar $\ddot{J}(t) \quad \ddot{U}(t)$ o[1], also auch $\ddot{U}(t)$ o. Der Betrag der Anderungsbeschleunigung des Index der Bruttoinvestitionen ist also in jedem Zeitpunkt der nicht abgeschlossenen Expansionsphase der Nachfrage größer als der Betrag der Änderungsbeschleunigung des Index des Mengenabsatzes. Die Bruttoinvestitionen können in diesem Falle in $(t_a \ldots t_e)$ somit kein Extremum durchlaufen.

Verschwindet in $(t_a \ldots t_e)$ die Anderungsbeschleunigung des Mengenabsatzes identisch, dann besteht daselbst (vgl. Fig. 3 b) Parallelität zwischen den Indices der Brutto-

1) Vgl. v. Mangoldt, H. und Knopp, K., a.a.O. S. 90, Fußnote 1 in Verbindung mit S. 500 ff.

Fig. 3

Der allgemeine Zusammenhang zwischen den Indices der realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form im Aufschwung und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleisses



investitionen und des Mengenabsatzes.

Unterstellt man formal, daß in $(t_a \ldots t_e)$ die Nachfrage von oben konvex verläuft (Fig. 3 c), dann sind an der Stelle $t = t_{a+o}$ sehr umfangreiche Neuinvestitionen und damit sehr hohe Bruttoinvestitionen erforderlich, wenn unter den Bedingungen einer Konstanz des Ausnutzungsgrades der Maschinen und einer Zeitinvarianz der Umschlagsperiode der Fertigwarenlager die sprunghaft sich vergrößernde Nachfrage befriedigt werden soll. - Ist insbesondere $\dot{U}(t_{a+o}) = \infty$, dann steigen in diesem Zeitpunkt auch die Bruttoinvestitionen über alle Grenzen. -

Mit abnehmender Änderungsgeschwindigkeit der Nachfrage nimmt der Betrag der Bruttoinvestitionen eine Zeitlang absolut stark ab. Im Zeitpunkt $t = t_{Min.}$ passiert der Index der Bruttoinvestionen ein Minimum und steigt im Anschluß hieran, allerdings mit geringerer Änderungsgeschwindigkeit als der Index der Mengennachfrage, wieder an. - Der hohe Investitionsbedarf dieser Variante in $t = t_{a+o}$ sprengt jedoch weitgehend die Bedingungen des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form, weil im allgemeinen nicht angenommen werden kann, daß die Maschinenindustrie in der Lage ist, die an sie ergehenden Aufträge kurzfristig abzuwickeln. Infolgedessen scheidet diese formale Variante aus ökonomischen Gründen aus der Betrachtung aus.

Aus ökonomischen Gründen kann daher - zumindest unter den augenblicklich geltenden Prämissen - zu Beginn der Akzeleration, also in $t = t_{a+o}$ nur ein von unten konvexer oder ein linearer Verlauf des Mengenabsatzes angenommen werden. Findet im weiteren Verlauf der Nachfrageexpansion ein Tendenzwechsel der Änderungsbeschleunigung der Nachfrage statt, dann passiert der Index der Bruttoinvestitionen ein Maximum, sofern $\dot{U}^{\cdot}(t) < o$ eine Zeitlang gilt.

Diese unter den gegebenen Voraussetzungen allgemeinste Variante ist - mutatis mutandis - in Fig. 3 d dargestellt.

532 000 Berücksichtigung der Irrealität der Annahme einer momentanen Anpassung des Maschinenbestandes an die Nachfrageentwicklung

Nachdem insoweit der allgemeine Zusammenhang zwischen den Indices der realen Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes hergeleitet ist, kann eine weitere der gesetzten Bedingungen modifiziert und damit die Modellbetrachtung der Realität weiter angenähert werden. Das Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form kann insbesondere nur dann wirksam werden, wenn einerseits die Unternehmer des betrachteten Industriezweigs ihre Investitionsentscheidungen momentan einer Veränderung der Nachfrage anpassen und andererseits die Maschinenindustrie in der Lage ist, ohne zeitliche Verzögerung und vollständig die an sie ergehende Nachfrage zu befriedigen. In der Wirtschaftswirklichkeit wird indessen immer eine gewisse Zeit verstreichen, ehe die Unternehmer mit einer Investitionsentscheidung auf eine Nachfrageveränderung reagieren. Eine weitere Zeitspanne wird vergehen, ehe sich - im wesentlichen aufgrund der Lieferfristen der Maschinenindustrie - diese Investitionsentscheidungen in den tatsächlichen Investitionen, also in einer Veränderung des Umfanges des Maschinenbestandes realisieren. Stellt man nun nicht auf den tatsächlichen Absatz und auf die tatsächlichen Investitionen ab, sondern beobachtet den Auftragseingang des betrachteten Industriezweiges und seine Auftragsvergabe an die ihm vorgelagerte Maschinenindustrie, setzt also jenen der Nachfrage und diese den Investitionen

formal gleich, was sachlich immer möglich ist, dann eliminiert man gewissermaßen eine der beiden Komponenten, nämlich die sich aus den - pars pro toto - Lieferfristen der Maschinenindustrie ergebende Komponente, aus denen der Gangunterschied zwischen Maschinenbestands- und Absatzveränderung realiter resultiert. Übrig bleibt dann die Reaktionszeit der Unternehmer, die Zeitspanne, die zwischen Nachfrage- bzw. Auftragseingangsveränderung und Investitionsentscheidung, also Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie verstreicht.

Man kann demnach in Übereinstimmung mit den bisherigen Ausführungen auch schreiben:

$\bar{J}(t) = \bar{\tau}_o \dot{U}(t) + U(t)$, wobei der Querstrich darauf hinweisen soll, daß es sich um den Auftragseingang des betrachteten Industriezweigs und seine Auftragsvergabe an die ihm vorgelagerte Maschinenindustrie handelt. Im übrigen gelten - wie leicht einzusehen - die für $J(t)$ und $U(t)$ in Fig. 3 dargestellten allgemeinen Zusammenhänge analog auch für $\bar{J}(t)$ und $\bar{U}(t)$. $\bar{\tau}_o$ ist die sich aus der durch den Anstieg des Auftragseingangs induzierten Investitionsentscheidung der Unternehmer sich ergebende mittlere Umschlagsperiode der Maschinen. Dagegen ist die effektive mittlere Umschlagsperiode der Maschinen τ_o eine Funktion der tatsächlichen Wirkzusammenhänge der in den Produktionsprozeß einmündenden Leistungsströme und des Investitionsverhaltens der Unternehmer. Die Differenz $\bar{\tau}_o - \tau_o$ hängt somit im wesentlichen von der Länge der Lieferfristen der Maschinenindustrie und davon ab, auf welche Weise die Unternehmer angesichts der Zunahme der Nachfrage durch zweckmäßige Kombination ihrer Produktionsmittel den Maschinenengpaß überbrücken. Halten sich die Lieferfristen in engen Grenzen, d.h. streuen sie um etwa ein Jahr, dann dürfte diese Differenz gering und u.U. sogar zu vernachlässigen sein.

Dieser Ansatz über den Auftragseingang hat - wie angedeutet - im Hinblick auf die Erfassung der Wirtschaftlichkeit gegenüber dem bisherigen den Vorteil, daß die vor allem ungleich über die einzelnen Maschinenarten streuenden Lieferfristen der Maschinenindustrie[1] nicht eigens berücksichtigt zu werden brauchen. Dennoch dürfte auch er - wie schon vermerkt - nicht zu einer vollkommenen Phasengleichheit zwischen den hier interessierenden, nunmehr modifizierten Indexzahlen führen, weil den Unternehmern des betrachteten Industriezweigs eine Raktionszeit zugebilligt werden muß. Auch der erfahrenste Unternehmer dürfte nämlich nicht in der Lage sein, einen plötzlichen Übergang der Nachfrage von einer Stagnations- in eine Expansionsphase mit letzter Treffsicherheit zu prognostizieren bzw. zu erkennen, ob es sich bei einem unvermittelt einsetzenden Nachfrageanstieg um eine längere Zeit anhaltende oder um eine zufällige, also sehr kurzfristige Erscheinung handelt. Diese noch verbleibende Reaktionszeit der Unternehmer wirkt sich auf den zwischen den Indices $\bar{J}(t)$ und $\bar{U}(t)$ in $(t_a \ldots t_e)$ bestehenden Zusammenhang derart aus, daß - unter sonst gleichen Bedingungen - an der Stelle $t = t_{a+o}$, also zu dem Zeitpunkt, in welchem die Nachfragezunahme bzw. diejenige des Auftragseingangs anläuft, im allgemeinen realiter kein simultaner Anstieg der Neu- und der Bruttoinvestitionen erfolgen dürfte. Es wird vielmehr - ceteris paribus - eine Zeitspanne $t_a \rightarrow t_a$, gewisser Länge vergehen, bis die Unternehmer auf die veränderten Nachfrageverhältnisse mit einer entsprechenden Vergabe von Aufträgen an die Maschinenindustrie reagieren. Der in Fig. 3 dargestellte Zusammenhang zwischen den hier interessierenden Indexzahlen wird sich daher - wenn auch nicht immer, so doch in der Mehrzahl der Fälle - in $(t_a \ldots t_e)$ erst vom Zeitpunkt $t = t_a$, an einstellen, also erst dann, nachdem ein Randstreifen $t_a \; t_a$, des offenen Intervalls $t_a < t < t_e$ durchschritten ist (vgl. Fig. 5). Auch am Ende der Expansionsphase der Nachfrage ist aus den ge-

1) Vgl. Seite 283

nannten Gründen mit dem Vorhandensein eines solchen Randstreifens von der Breite $t_e, - t_e > o$ zu rechnen.

533 000 Der allgemeine Zusammenhang zwischen diesen Indices unter der wirklichkeitsnäheren Annahme, daß der Nachfrageexpansion eine Abschwungsphase vorausgeht

Ein weiterer Schritt zur Realität hin wird getan, wenn man die bis jetzt bestehende Voraussetzung fallen läßt, daß in den dem Intervall $(t_a \ldots t_e)$ unmittelbar beiderseits benachbarten Perioden $< t_o \ldots t_a)$ und $t_e < t$ der Absatz bzw. der Auftragseingang stationär bleiben soll. Die Annahme auch nur einer mittelfristigen Konstanz der Nachfrage ist nämlich weitgehend irreal, und kurzfristig sprechen schon allein die saisonalen Schwankungen der Nachfrage in vielen Industriezweigen gegen eine solche Unterstellung. An die Stelle dieser Bedingung soll daher die allgemeinere und deshalb wirklichkeitsnähere Prämisse gesetzt werden, daß in den der Expansionsphase der Nachfrage beiderseits unmittelbar benachbarten Intervallen die Nachfrage lediglich nicht zunehmen darf. Es ist damit in diesen Perioden formal sowohl eine - in der Wirtschaftswirklichkeit jedoch kaum eintretende - Konstanz wie eine Abnahme der Nachfrage zugelassen, wobei im letzteren Falle einschränkend unterstellt sei, daß die Nachfragerezession nicht ausgeprägt verläuft. Diese Annahme muß gemacht werden, weil im Abschwung der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips Grenzen gesetzt sind.[1)]

---

1) Tinbergen, J., Statistical Evidence, a.a.O., S. 165

533 100 Der Zusammenhang bei momentaner Anpassung und stetiger Passage der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase der Nachfragefunktion

In Übereinstimmung mit der Vereinbarung, jeweils nur ein Datum zu verändern, soll auch diese neue Variante des Problems in mehreren sukzessiv aufeinanderfolgenden Schritten einer Lösung zugeführt werden. Zu diesem Zweck seien im Einklang mit den Bedingungen des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und strengen Fassung nochmals eine momentane Anpassung des Umfangs des Maschinenbestandes an die Nachfrageveränderung sowie Stetigkeit und somit Differenzierbarkeit[1)] der Nachfragefunktion zumindest in jedem Zeitpunkt des nach rechts offenen Intervalls $\langle t_o \ldots t_e)$ vorausgesetzt. Das bedeutet, daß die Ausführungen zunächst sowohl auf die Bruttoinvestitionen an Maschinen und den Mengenabsatz wie auf den Auftragseingang des betrachteten Industriezweigs und auf seine Auftragsvergabe an die ihm vorgelagerte Maschinenindustrie abgestellt sind. - Geht unter diesem Prämissen im Intervall $\langle t_o \ldots t_a)$ der Mengenabsatz absolut zurück, ist aber dennoch das Akzelerationsprinzip bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes wirksam, dann ist daselbst die Änderungsgeschwindigkeit des Maschinenbestandes negativ ($\dot{q}_t < o$ in $\langle t_o \ldots t_a)$). Daher sind in diesem Teilintervall wegen (21) auch die Neuinvestitionen mit negativen Vorzeichen versehen (Desin-

1) Bei den Anwendungen, also in der Approximationsmathematik ist im Gegensatz zur Präzisionsmathematik mit der Stetigkeit einer Funktion an einer bestimmten Stelle ihres Definitionsbereichs gleichzeitig auch ihre Differenzierbarkeit gesichert. Vgl. v. Mangoldt, H., Knopp, K., a.a.O., S. 61 f.

investitionen). In $\langle t_o \ldots t_a)$ sind infolgedessen gemäß (24), also bei kontinuierlicher Betrachtungsweise, die Bruttoinvestitionen um den absoluten Betrag der Desinvestitionen kleiner als der Maschinenverschleiß, der ja bei Anlegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise den Ersatzinvestitionen identisch ist. D.h., die Bruttoinvestitionen reichen in diesem Falle nicht aus, den permanent anfallenden Verschleiß der Maschinen zu ersetzen; der Umfang des Maschinenbestandes - und unter den gegebenen Bedingungen auch die Stückzahl der vorhandenen Maschinen - wird in diesem Teilintervall um das Zeitintegral über die Desinvestitionen bzw. um das Zeitintegral über die negativen Differenzen $y_t - \tau_t$ reduziert. Dabei müssen auch die Ersatzinvestitionen bzw. die Aufwendungen für den Maschinenverschleiß wegen $\tau_t = \alpha_o u_t$ absolut zurückgehen. In der anschließenden Aufschwungsphase des Mengenabsatzes bzw. der Auftragseingänge des betrachteten Industriezweigs $(t_a \ldots t_e)$ haben die Neuinvestitionen dagegen positives Vorzeichen, da voraussetzungsgemäß in dieser Phase der Umfang des Maschinenbestandes, also auch die Maschinenstückzahl, prozentual im selben Tempo zunimmt wie die mengenmäßige Nachfrage. Passiert, was ja an dieser Stelle der Untersuchung unterstellt ist, die Nachfragefunktion die Nahtstelle zwischen den beiden Teilintervallen $\langle t_o \ldots t_a)$ und $(t_a \ldots t_e)$, also den Zeitpunkt $t = t_a$ stetig, dann findet auch ein stetiger Vorzeichenwechsel der Neuinvestitionen i.w.S. in $\langle t_o \ldots t_e)$ genau an dieser Stelle $t = t_a$ statt. Da darüber hinaus die Ersatzinvestitionen in $\langle t_o \ldots t_a)$ absolut, jedoch in der Zeit fortschreitend mit immer kleiner werdenden Raten, abnehmen, weil daselbst die Maschinenstückzahl über die Desinvestitionen entsprechend zurückgeht, jene aber in $(t_a \ldots t_e)$ mit dem Umfang des Maschinenbestandes und mit der Nachfrage zunächst immer stärker zunehmen (vgl. Fig. 3 d), wechselt in $t = t_a$ die Änderungsgeschwindigkeit der Bruttoinvestitionen an Maschinen ihr Vorzeichen nicht.

Aus dem Verschwinden der Neuinvestitionen ${}_N y_t$ in $t = t_a$ ergibt sich $y_{t_a} = \tau_{t_a} = \alpha_o \, u_{t_a}$.

Das bedeutet, daß bei momentaner Anpassung des Maschinenbestandes bzw. der Maschinenstückzahl an die Nachfrageveränderung und Stetigkeit der Nachfragefunktion in $\langle t_o \ldots t_e)$, also auch an der Stelle $t = t_a$, diese neue Variante prinzipiell keine zusätzlichen Schwierigkeiten in sich birgt. Insbesondere läßt sich hierbei - wegen $y_{t_a} = \tau_{t_a}$ - die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen an jeder Stelle im Innern der Intervalle $\langle t_o \ldots t_a)$ und $(t_a \ldots t_e)$ auf einfache Weise aus der Differenz der auf den Zeitpunkt $t = t_a$ basierten Indices der Bruttoinvestitionen und der Mengennachfrage berechnen, wenn diese durch den ersten Differentialquotienten der Nachfragefunktion nach der Zeit in eben der ausgewählten Stelle t_a dividiert wird:

$\tau_o = \left[J(t) - U(t)\right] \dot{U}^{-1}(t)$ in $\langle t_o \ldots t_a)$ und $(t_a \ldots t_e)$. Dabei ist zu beachten, daß in $(t_o \ldots t_a)$, also im Abschwung die Differenz $J(t) - U(t) < o$ ist, der Index der Bruttoinvestitionen in diesem beiderseits offenen Bereich also unterhalb des Index der Nachfrage verläuft. Da in $(t_o \ldots t_a)$ $\dot{U}(t) < o$ nach Voraussetzung besteht, ist diese Aussage ökonomisch sinnvoll ($\tau_o > o$ für alle t). An der Stelle $t = t_a$ scheint es - aufgrund der aus Zweckmäßigkeitserwägungen gewählten Basis - wegen $J(t) = U(t_a) = 1$ und $\dot{U}(t_a) = o$ - auf den ersten Blick, als sei die Umschlagsperiode des Maschinenbestandes τ_o nicht definiert. Eine Grenzwertbetrachtung zeigt indessen, daß τ_o im Basiszeitpunkt $t = t_a$ einen eigentlichen Grenzwert besitzt. Es ist nämlich:

$$\lim_{t \to t_a} \tau_o = \frac{\dot{J}(t_a) - \dot{U}(t_a)}{\ddot{U}(t_a)} = \frac{\tau_o \ddot{U}(t_a) + \dot{U}(t_a) - \dot{U}(t_a)}{\ddot{U}(t_a)}, \text{ wobei}$$

$\dot{J}(t_a) = \tau_o \ddot{U}(t_a) + \dot{U}(t_a) \dot{U}(t_a) = o$ und - wegen des Minimums, das die Nachfragefunktion in $t = t_a$ passiert - $\ddot{U}(t_a) > o$ zu berücksichtigen ist.

533 200 Der Zusammenhang bei momentaner Anpassung und nicht stetiger Passage der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase durch die Nachfragefunktion

Nicht so einfach liegen dagegen die Verhältnisse, wenn unter Festhalten aller sonstigen, augenblicklich geltenden Bedingungen - insbesondere der stetigen Abnahme der Nachfrage in $\langle t_o \ldots t_a)$ und ihres stetigen Anstiegs in $(t_a \ldots t_e)$ - vorgeschrieben wird, daß Absatz bzw. Auftragseingang im Zeitpunkt $t = t_a$ unstetig verlaufen, d.h. Knickstellen aufweisen. In diesem Falle verschwinden nämlich die Neuinvestitionen i.w.S. weder in der links- noch in der rechtsseitigen Umgebung der Stelle $t = t_a$ ($N^y t_{a-o} < o$, $N^y t_{a+o} > o$). Auch eine Gleichheit der absoluten Beträge der Neuinvestitionen in der links- und rechtsseitigen Umgebung der Nahtstelle zwischen den Intervallen $\langle t_o \ldots t_a)$ und $(t_a \ldots t_e)$ muß ausgeschlossen werden, da allgemein nicht angenommen werden kann, daß die im Zeitpunkt $t = t_a$ sich ohnehin in ihren Vorzeichen unterscheidenden links- und rechtsseitigen ersten Ableitungen der prozentualen Veränderung der Nachfrage bzw. des Maschinenbestandes dort in ihren absoluten Beträgen übereinstimmen.

Bei momentaner Anpassung der Maschinenstückzahl an die Nachfrageentwicklung bedeutet der Nachfrageknick in $t = t_a$ ökonomisch-sachlich auch, daß die induzierte Reduzierung des Maschinenbestandes während der Abschwungsphase in $t = t_{a-o}$ noch nicht abgeschlossen ist, daß aber die nachfrageinduzierte Erweiterung des Maschinenbestandes bereits angelaufen ist. Es ist also

$y_{t_{a-o}} < r_{t_{a-o}}$ und $y_{t_{a+o}} > r_{t_{a+o}}$.

Während es bei den bisherigen Modifizierungen des Modells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und des kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes möglich ist, den Index der Bruttoinvestitionen auf einen Zeitpunkt zu basieren, in welchem keine induzierten Neuinvestitionen vorhanden sind, besteht diese Möglichkeit bei dieser Variante also nicht. Will man an dem bisherigen Vorgehen fest- und als Basiszeitpunkt die Stelle t_a beibehalten, so muß man entscheiden, ob man als Basis des Index der Bruttoinvestitionen und als solche des Index der mengenmäßigen Nachfrage die links- oder die rechtsseitige Annäherung an die Stelle $t = t_a$ wählen soll. In Anbetracht der unmittelbar folgenden Einführung der wirklichkeitsnäheren Verzögerung der Anpassung, aber auch im Hinblick auf die noch ausstehende Rechtfertigung des Anlegens der kontinuierlichen Betrachtungsweise wird aus Zweckmäßigkeitserwägungen als Basiszeitpunkt die Stelle $t = t_{a+o}$ gewählt. In dieser Annäherung an die Stelle $t = t_a$ von rechts her sind jedoch - wie schon erwähnt - bereits Neuinvestitionen i.e.S. vorhanden. Der Index der Bruttoinvestitionen wird daher nicht die einfache Form wie in den bisherigen Varianten des anstehenden Problems haben. Wegen $y_{t_{a+o}} = \alpha_o \; (\tilde{\tau}_o \, \dot{u}_{t_{a+o}} + u_{t_{a+o}})$ ergibt sich vielmehr:

$$J(t) = \frac{y_t}{y_{t_{a+o}}} = \frac{\tilde{\tau}_o \, \dot{U}(t) + U(t)}{\tilde{\tau}_o \, \dot{U}(t_{a+o}) + 1} \; .$$

Unter den augenblicklich geltenden Prämissen ist es also durchaus möglich, daß der auf $t = t_{a+o}$ basierte Index der Bruttoinvestitionen in $(t_a \ldots t_e)$, worauf die Ausführungen aus Gründen einer kürzeren Darstellung beschränkt bleiben sollen, dauernd unterhalb des in gleicher Weise

basierten Index der Nachfrage verläuft. Bei den Industriezweigen, die nicht zu den sog. "Wachstumsindustrien" gezählt werden können, ist dies sogar mit großer Sicherheit der Fall. Es ist hier nämlich

$$J(t) \gtrless U(t), \text{ je nachdem } U(t) \gtrless e^{\dot{U}(t_{a+o})t} \text{ mit } \dot{U}(t_{a+o}) > o$$

ist.

Steigt die Nachfrage in der Expansionsphase weniger schnell als diese Exponentialfuktion, dann ist also sowohl die Änderungsgeschwindigkeit wie die Veränderung des Index der Bruttoinvestitionen in $(t_a \ldots t_e)$ geringer als diese Charakteristika des Index der Nachfrage. Dabei ist zu beachten, daß sich dieser Effekt aus der getroffenen Wahl des Basiszeitpunktes ergibt.

Die Umschlagsperiode der Maschinen ist dann im beiderseits offenen Intervall $(t_a \ldots t_e)$

$$\tau_o = \frac{U(t) - J(t)}{\dot{U}(t_{a+o})\, J(t) - \dot{U}(t)} \quad .$$

Ist etwa $U(t) > J(t)$, dann muß - wegen $\tau_o > o$ - auch $\dot{U}(t_{a+o})\, J(t) - \dot{U}(t) > o$ sein. Dies ist aber der Fall, wie sich leicht sehen läßt, wenn man die vorstehende Meßziffer für $J(t)$ berücksichtigt.

An der Stelle $t = t_{a+o}$ ist

$$\lim_{t \to t_{a+o}} \tau_o = \frac{\dot{U}(t_{a+o}) - \dot{J}(t_{a+o})}{\dot{U}(t_{a+o})\, J(t_{a+o}) - \ddot{U}(t_{a+o})} \quad .$$

533 300 Der Zusammenhang bei verzögerter Anpassung und Unstetigkeit der Nachfragefunktion an der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase

Nunmehr soll bei im beschriebenen Sinne nicht stetigen Übergang der Nachfragefunktion von der Abschwungsphase in die Aufschwungsphase zugelassen werden, daß die Anpassung der Erweiterung des Maschinenbestandes, also auch der Vergrößerung der Maschinenzahl, an die unvermittelt in $t = t_{a+o}$ einsetzende Nachfrageexpansion nicht momentan erfolgt. Wie schon gezeigt, ist es in diesem Falle zweckmäßig, die Überlegungen auf den Auftragseingang des beobachteten Industriezweigs und seine Auftragsvergabe an die ihm vorgelagerte Maschinenindustrie abzustellen. Man erfaßt damit die durch die Zunahme der an den Auftragseingängen gemessenen Nachfrageveränderung induzierten Investitionsentscheidungen der Unternehmer des betreffenden Industriezweigs und eliminiert - pars pro toto - die Lieferfristen, welche die Maschinenindustrie benötigt, die an sie ergehenden Bestellungen abzuwickeln. Die momentane Anpassung der Investitionsentscheidungen an die Nachfrageentwicklung an der Nahtstelle zwischen den Intervallen $<t_o \ldots t_a)$ und $(t_a \ldots t_e)$ wird somit allein durch die Reaktionszeit verhindert, welche die Unternehmer benötigen, die unvermittelt einsetzende Nachfrageexpansion zu erkennen bzw. aus ihr die Folgerungen im Hinblick auf die dadurch erforderliche Erweiterung ihres Maschinenbestandes zu ziehen.

Diese verhinderte augenblickliche Anpassung kann sich im Zeitpunkt $t = t_a$, also an der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase der an den Auftragseingängen gemessenen Nachfrage grundsätzlich auf dreierlei Weise bemerkbar machen. Einmal kann es sein, daß im Zeitpunkt des Umbruchs der Auftragseingänge und von diesem an gerechnet die Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie

ihre abfallende Tendenz - wenn vielleicht auch abgeschwächt - beibehält und erst nach dem Durchlaufen eines Randstreifens, der wiederum mit $t_a \rightarrow t_a$, bezeichnet sei, zu steigen beginnt. Die Unternehmer erwarten somit anfänglich keinen grundsätzlichen Wandel der Nachfrageverhältnisse. Zum anderen ist es möglich, daß in $t = t_a$ auch der Rückgang der Bestellungen an Maschinen aufhört und diese im Randstreifen auf ihrem in $t = t_{a+o}$ erreichten Niveau verharren. Letztlich ist es denkbar, daß schon in $t = t_{a+o}$ der Anstieg der Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie einsetzt, jedoch gegenüber seinem im Verhältnis zur Expansion der Nachfrage erforderlichen Ausmaß zögernd. Haben die Unternehmer mittel- und längerfristig nur die Möglichkeit, die steigende Nachfrage durch Erweiterung ihres Maschinenbestandes zu befriedigen, oder glauben sie, durch ein solches Vorgehen ihrer Aufgabe am ehesten gerecht zu werden, wie es ja unterstellt ist, dann muß jedoch in allen drei Fällen die Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie schließlich das Ausmaß erreichen, welches bei momentaner Anpassung an die Nachfrageveränderung sich einstellen würde. Dies tritt nach Passage des reaktionsbedingten Randstreifens, also im Zeitpunkt $t_{a'+o}$ ein. Ist die Zeitdauer der Nachfrageexpansion größer als die Dauer der Reaktionszeit, dann können in $(t_{a'+o} \ldots t_e)$ dieselben Verhältnisse vorliegen, wie sie auch bei momentaner Anpassung eintreten würden.

Bei der Beurteilung der Frage, unter welchen Umständen welche dieser drei Varianten realisiert werden dürfte, wird man davon auszugehen haben, daß die an letzter Stelle aufgeführte, optimistischste im allgemeinen im Gefolge eines schweren Nachfragerückschlages eintreten wird. In diesem Falle werden die Unternehmer der betroffenen Branche nämlich sofort und auch vergleichsweise kräftig selbst auf eine nur kurzfristige Erholung der Nachfrage mit einer Auftragsvergabe an die Maschinenin-

dustrie reagieren,[1] in der Hoffnung, daß die Krise überwunden sei. Unter diesen Umständen dürfte infolgedessen auch die Reaktionszeit $t_a \rightarrow t_{a'}$ ziemlich kurz sein, ihre Dauer eventuell sogar gegen Null gehen. Da dem Modell der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips aber eine wenig ausgeprägte Abschwungsphase zugrunde gelegt werden muß, braucht diese, durch so optimistische Unternehmererwartungen gekennzeichnete Variante hier nicht weiter verfolgt zu werden.

Für den mit diesen Überlegungen verfolgten Zweck einer Absicherung der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes genügt es im Hinblick auf die Verifizierung (vgl. S.276 f), sich auf die formal einfachste der drei genannten bzw. der zwei noch vorhandenen Möglichkeiten zu beschränken. Es ist dies der Fall, in welchem die Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie bei bereits steigenden Auftragseingängen des betrachteten Industriezweigs zunächst im beiderseits offenen Randstreifen $t_a \rightarrow t_{a'}$ auf dem in t_{a+o} erreichten Niveau verharrt, sodann in $t_{a'+o}$ sprunghaft auf das der Nachfrageexpansion entsprechende Niveau steigt und sich im Anschluß daran entsprechend der Nachfragesteigerung bis $t = t_{e-o}$ entwickelt.

Diese Variante unterscheidet sich von den übrigen in erster Linie dadurch, daß bei ihr - in Analogie zu den Modellgruppen, bei denen eine momentane Anpassung unterstellt ist, die also auf den effektiven Absatz und die tatsächlichen Investitionen an Maschinen abgestellt sind - der Neuinvestitionsanteil der Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie in $(t_{a+o} \ldots t_{a'-o})$ verschwindet. Es

1) Vgl. Rott, W. und Thiel, E., Beziehungen zwischen Auftragseingang und Investitionsentscheidungen in der Textilindustrie, Textildienst Nr. 7, Münster 1960, S. 169, 172 und 173

werden in diesem Fall während der Dauer der beiderseits offenen Reaktionsphase keine Aufträge an die Maschinenindustrie zur Erweiterung des Maschinenbestandes vergeben. Dies folgt aus der Voraussetzung, daß auch in der vorhergehenden Abschwungsphase der Nachfrage das Akzelerationsprinzip wirksam ist. Infolgedessen ist es möglich, den Index der Auftragsvergabe $\bar{J}(t)$ auf einen Zeitpunkt zu basieren, in welchem durch die Maschinenbestellungen nur dem kontinuierlichen Verschleiß der Maschinen Rechnung getragen wird. Als Basiszeitpunkt bietet sich die Stelle $t = t_{a+o}$ an, in der die Expansion der an den Auftragseingängen gemessenen Nachfrage anläuft.

Damit ergibt sich für den auf den Zeitpunkt $t = t_{a+o}$ basierten Index der Auftragserteilung an die Maschinenindustrie seitens des betrachteten Industriezweigs in der Aufschwungsphase der an den Auftragseingängen gemessenen Nachfrage $(t_{a+o} \dots t_{e-o})$ in Verbindung mit den bisher angestellten Überlegungen

$$\bar{J}(t) = \begin{cases} 1 \text{ in } (t_{a+o} \dots t_{a'-o}) \\ \bar{\tau}_o \, \dot{\bar{U}}(t) + \bar{U}(t) \text{ in } (t_{a'+o} \dots t_{e-o}), \end{cases}$$

mit $\dot{\bar{U}}(t) > o$ in $(t_{a+o} \dots t_{e-o})$.

Dabei ist $\bar{U}(t)$ der ebenfalls auf $t = t_{a+o}$ basierte Index des mengenmäßigen Auftragseinganges des betrachteten Industriezweiges. Mit $\bar{\tau}_o$ ist die den Investitionsentscheidungen der Unternehmer zugrunde gelegte mittlere Umschlagsperiode der Maschinen bezeichnet.

Mit diesem Ergebnis soll die Erörterung des allgemeinen Zusammenhanges zwischen den Indices der Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes bzw. zwischen denjenigen der Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie und des Auftragseingangs des betrachteten Industriezweigs

bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes abgebrochen sein. Wenn dieser Zusammenhang nicht in allen Einzelheiten dargelegt ist, so versteht sich dies daraus, daß er im Rahmen dieser Untersuchung aus einem bestimmten und begrenzten Zweck behandelt wird. Dieser Zweck der Überlegungen besteht, um es zu wiederholen, darin, die Rechtfertigung der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes vorzubereiten. Nachdem diese Vorbereitung abgeschlossen ist, kann nunmehr die Lösung dieser im Rahmen der Untersuchung wichtigen Fragestellung in Angriff genommen werden.

600 000 Die Rechtfertigung der kontinuierlichen Betrachtungsweise

610 000 Der unterschiedliche Verlauf der Bruttoinvestitionen an Maschinen bei kontinuierlichem und diskontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes unter der Annahme der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form

Je nach der Struktur eines Industriezweiges und der Art seiner Ausrüstung mit Maschinen und maschinellen Anlagen[1] erscheint es zweckmäßig, die Lösung des Problems, den Umfang seines Maschinenbestandes zu ermitteln, unter der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen oder eines diskontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschlei ßes anzugehen. Voraussetzung dafür, daß die Annahme eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes innerhalb eines I n d u s t r i e z w e i g s sinnvoll unterstellt werden kann, ist, daß

1) Vgl. Seite 5

die Ersatzinvestitionen in jedem Zeitpunkt einer irgendwie herausgegriffenen Beobachtungsperiode beliebiger Dauer genau dem durch den Gebrauch der Maschinen und durch die ökonomische Wirkung des technischen Fortschrittes anfallenden Maschinenverschleiß entsprechen. Das bedeutet einmal, daß bei einem Industriezweig, dessen Struktur das Anlegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise theoretisch widerspruchsfrei gestattet, keine Ersatzinvestitionszyklen auftreten dürfen. Zum anderen wird hieraus deutlich, daß die kontinuierliche Betrachtungsweise u.U. wohl sinnvoll auf den Maschinenbestand eines Industriezweigs entsprechender Struktur in seiner Gesamtheit, aber - wenn überhaupt - nur unter Vorbehalt auf denjenigen eines einzelnen seiner Betriebe und so gut wie überhaupt nicht auf eine einzelne Maschine abgewendet werden kann. Der Verschleiß einer einzelnen Maschine kamm im allgemeinen nur diskontinuierlich ersetzt werden. D.h., es wird im allgemeinen immer eine gewisse Zeit verstreichen, ehe der permanent anfallende Verschleiß die ökonomisch-technische Leistungsfähigkeit einer Maschine zu beeinträchtigen beginnt, was dann zum Ersatz der betreffenden Maschinenteile (Reparatur) zwingt oder zum Abgang der Maschine, also zu ihrem Ausscheiden aus dem betrachteten Kollektiv führt. Erst mit der Reparatur bzw. mit dem Abgang der Maschine wird somit ein Ersatz notwendig, wenn Umfang, also ökonomisch-technische Leistungsfähigkeit des Kollektivs erhalten bleiben soll. Gleicht sich der diskontinuierliche Ersatz des kontinuierlichen Verschleißes der einzelnen Maschinen innerhalb eines Betriebes oder innerhalb eines einzelnen Industriezweiges infolge deren Struktur und des Altersaufbaus deren Maschinenbestandes nicht in jedem Zeitpunkt eines irgendwie gewählten Beobachtungsintervalls aus, dann müssen im realen Wirtschaftsablauf Ersatzinvestitionszyklen auftreten. In ähnlicher Weise wie die Ersatzinvestitionen wird damit auch der Maschinenbestand zyklischen Schwankungen ausgesetzt

sein, weil physischer und moralischer Verschleiß seinen jeweiligen ökonomischen Umfang beeinträchtigen. Ob allerdings die Ersatzinvestitionszyklen und die sich aus diesen ergebenden zyklischen Schwankungen des Umfanges des Maschinenbestandes in jedem solchen Falle in der Realität klar zu erkennen sind, ist eine andere Frage, die sich oft nur nach eingehender Analyse der Investitionsvorgänge und der Absatzverhältnisse des betreffenden Industriezweigs im Zeitablauf beantworten läßt.

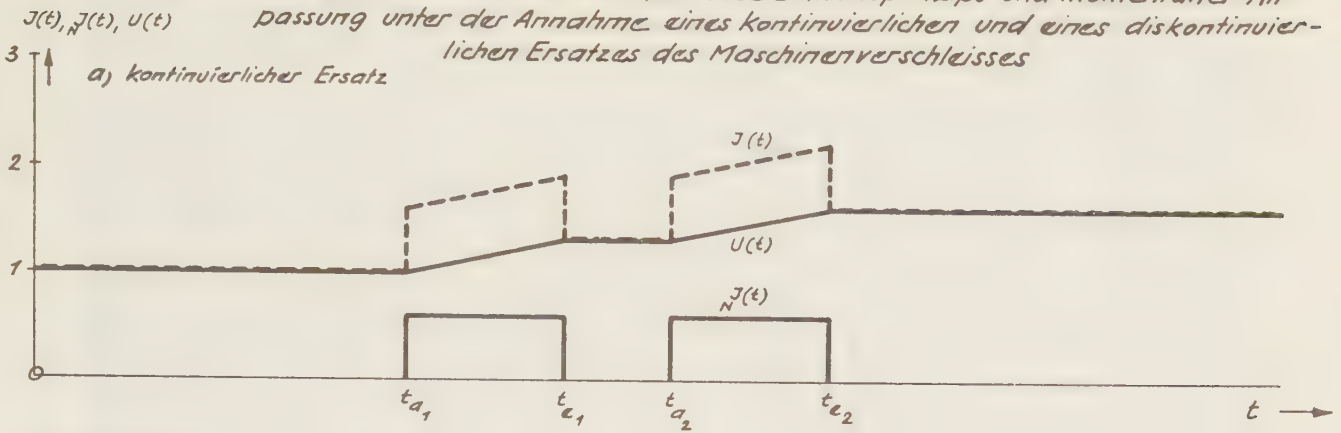
Unterstellt man die Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form, geht also von der Annahme aus, daß eine momentane Anpassung der M a s c h i n e n s t ü c k z a h l [1] an die Veränderung der Nachfrage möglich ist und realisiert wird, dann läßt sich - unter sonst gleichen Bedingungen - der unterschiedliche Verlauf der Bruttoinvestitionen an Maschinen bei kontinuierlichem und bei diskontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleisses in Industriezweigen entsprechender Struktur ohne Schwierigkeit schematisch erfassen. In der folgenden Fig. 4, mit Hilfe derer der unterschiedliche Verlauf der Bruttoinvestitionen dargestellt wird, ist zudem aus Gründen der Vereinfachung zur Bedingung gesetzt, daß vor Beginn der ersten Akzelerationswirkung die Verhältnisse keine zyklischen Schwankungen der Ersatzinvestitionen zulassen. Außerdem ist hierbei in Übereinstimmung mit den vorausgegangenen Überlegungen auf die Entwicklung der Indices der Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Men-

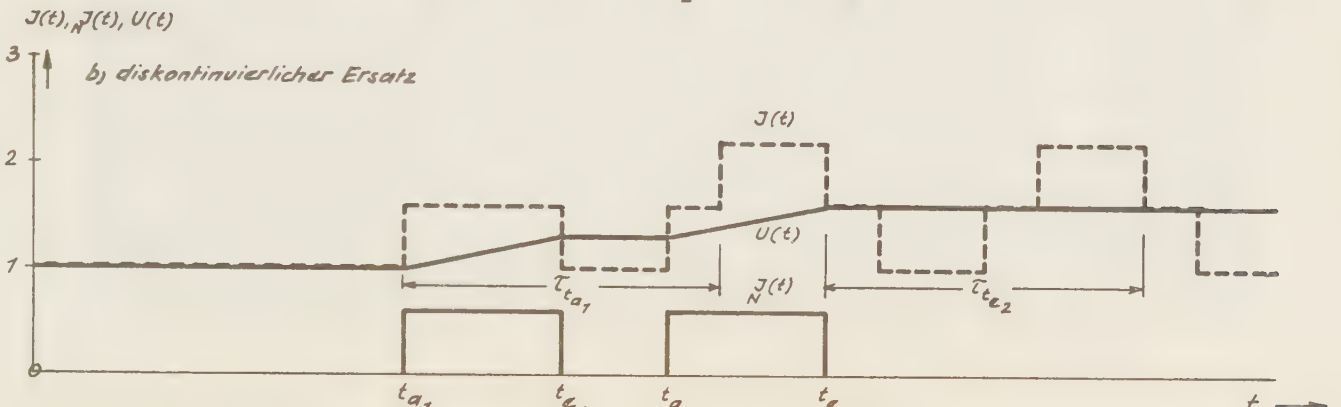
---

1) Infolge zeitweiliger "Wert"-Minderung der einzelnen Maschinen bei diskontinuierlichem Ersatz ihres Verschleißes ergibt sich eine zeitweilige Differenz zwischen der Entwicklung des Maschinenbestandes und derjenigen der Maschinenstückzahl. Daher muß bei diskontinuierlicher Betrachtung auf die Maschinenstückzahl abgestellt werden.

Fig. 4

Schematisches Beispiel des Verlaufs der auf den Zeitpunkt $t = t_{a_1 - o}$ basierten Indices der Bruttoinvestitionen $J(t)$, der Nettoinvestitionen ${}_N J(t)$ und des Mengenabsatzes $U(t)$ bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips und momentaner Anpassung unter der Annahme eines kontinuierlichen und eines diskontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleisses





genabsatzes, beide basiert auf die rechtsseitige Annäherung an den Zeitpunkt des Anlaufens der ersten Akzeleration, abgestellt. Darüber hinaus ist - ebenfalls zur Vereinfachung - eine lineare Entwicklung der Nachfragefunktion in ihren einzelnen Definitionsintervallen angenommen.

Aus Fig. 4 ist zu ersehen, daß unabhängig davon, ob der Maschinenverschleiß kontinuierlich oder diskontinuierlich ersetzt wird, die Neuinvestitionen an Maschinen - wie es voraussetzungsgemäß auch nicht anders sein kann - phasengleich und mit derselben Intensität erfolgen. In beiden Fällen stimmt auch auf die Dauer und im Durchschnitt der Umfang der Bruttoinvestitionen an Maschinen überein. Die Ersatzinvestitionen sind lediglich im Zeitablauf verschieden verteilt, je nachdem der Verschleiß kontinuierlich oder diskontinuierlich ersetzt wird. Bei diskontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes wird ein Ersatzinvestitionszyklus "angeschaukelt", dessen Verlauf von der Länge der im Beispiel (Akzelerationsprinzip) als konstant angenommenen Umschlagsperiode oder Nutzungsdauer der Maschinen und von der Entwicklung des Absatzes und damit von derjenigen der nachfrageinduzierten Veränderung der Maschinenstückzahl abhängt.

In diesem aus didaktischen Gründen einfach konstruierten Beispiel sind nur zwei aufeinanderfolgende Expansionsphasen der Nachfrage mit gleicher Dauer und gleicher Intensität unterstellt, deren zeitlicher Abstand außerdem geringer als die Nutzungsdauer der Maschinen ist. Werden statt dessen mehrere Aufschwungsphasen mit verschieden langer Dauer und verschieden starker Intensität zugelassen, folgen diese zudem in unterschiedlich großen zeitlichen Abständen aufeinander und wird auch noch der Möglichkeit zeitlich und intensitätsmäßig begrenzter Abschwungsphase der Nachfrage Rechnung getragen, dann wird

sich unter der Bedingung der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips aber bei diskontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes nach vergleichsweise wenigen Perioden der Nachfrageveränderung ein nur noch schwer unmittelbar deutbarer Verlauf des Index der Bruttoinvestitionen ergeben. Wird jedoch - unter sonst gleichen Bedingungen - der Maschinenverschleiß kontinuierlich ersetzt, dann ist dagegen jederzeit und mit geringem Aufwand eine ökonomische Interpretation des Verlaufes der Bruttoinvestitionen möglich. Im Aufschwung wird bei entsprechender Basierung der Index der Bruttoinvestitionen oberhalb und im Abschwung der Nachfrage unterhalb des Index des Mengenabsatzes verlaufen müssen, wie es sich aus den Überlegungen unter 333 310 ergibt. Dies wird unter Berücksichtigung einer eventuell sich aus der Reaktionszeit der Unternehmer ergebenden Phasenverschiebung auch eintreten, wenn man die Bedingung einer momentanen Anpassung fallen läßt und die Betrachtung unter Ausschaltung der Lieferfristen der Maschinenindustrie auf die Auftragseingänge des beobachteten Industriezweigs und seine Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie abstellt.

Wenn indessen den bisherigen Überlegungen die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes zugrundegelegt ist, so im wesentlichen deshalb, weil bei diskontinuierlicher Betrachtungsweise neben den realen Bruttoinvestitionen an Maschinen der Maschinenabgang als bekannt vorausgesetzt werden müßte. Von der Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften abgesehen werden jedoch von der amtlichen Statistik keine Angaben über den Abgang an Maschinen veröffentlicht. Der Repräsentanzgrad der Aktiengesellschaften ist aber für die einzelnen Industriezweige unterschiedlich gut, und außerdem sind die Maschinenabgänge in den Aktienbilanzen bewertet, wodurch ein weiterer Unsicherheitsgrad in die Berechnung hinein-

getragen würde. Man wird deshalb von einer Auswertung der Bilanzstatistik der Aktiengesellschaften im Hinblick auf die Maschinenabgänge kaum sehr brauchbare Ergebnisse erwarten dürfen, zumal wie Bolza[1] und Grammel[2] unter vergleichsweise einfachen Annahmen gezeigt haben - sich der Umfang des Maschinenbestandes bei diskontinuierlicher Betrachtungsweise nur aus der Differenz der fortlaufenden Aufsummierung bzw. des Zeitintegrals der bzw. über die Bruttoinvestitionen (Zugangsmenge) und der fortlaufenden Aufsummierung bzw. des Zeitintegrals des bzw. über den Maschinenabgang (Abgangsmenge) ermitteln läßt. "Das Ausscheiden erloschener oder umgewandelter Aktiengesellschaften, das Hinzutreten neuer Gesellschaften und die mitunter 'großzügige' Einhaltung der Publikationspflicht machen es (aber) unmöglich", wie vom Statistischen Bundesamt mit Recht erläutert wird, "den gleichen Kreis von Unternehmen über eine Reihe von Jahren hinweg genau vergleichbar zu erfassen."[3] - Daneben ist es theoretisch denkbar, die Zugangs- und Abgangsmenge an Maschinen über die Ergebnisse von Maschinenbestandserhebungen, wie sie von einigen Industriefachverbänden durchgeführt werden, zu berechnen. Erhebungen dieser Art finden aber nur hin und wieder, also nicht periodisch statt. Außerdem ist die Zusammenfassung ihrer Ergebnisse nach Altersklassen in den meisten Fällen zu grob, um brauchbare Resultate erwarten zu lassen. Schließlich aber

---

1) Bolza, H., Anwendung der Erneuerungstheorie auf das Abschreibungsproblem, Zeitschrift für Ökonometrie, Mainz 1951, S. 49 f.

2) Grammel, G., Ein Beitrag zur Erneuerungstheorie, Zeitschrift für Ökonometrie, Mainz 1951, S. 78 f.

3) Stat. Bundesamt, Die Abschlüsse der Aktiengesellschaften für das Geschäftsjahr 1958, Stuttgart und Mainz, S. 5. - Klammer vom Verfasser -

ist - schon im Hinblick auf die im allgemeinen durchgeführten Großreparaturen - das "Alter" einer Maschine ein nur schwer exakt abgrenzbarer Begriff.[1)]

Da somit das Anlegen der diskontinuierlichen Betrachtungsweise an der Unzulänglichkeit des verfügbaren statistischen Materials scheitert, bleibt zur Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes eines Industriezweiges nur der Lösungsweg über die kontinuierliche Betrachtungsweise. Das setzt voraus, daß sich innerhalb eines Industriezweiges die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes rechtfertigen läßt. Es müssen daher zunächst die Bedingungen aufgezeigt werden, denen ein Industriezweig genügen muß, damit ein kontinuierlicher Ersatz des Maschinenverschleißes wenigstens theoretisch widerspruchsfrei unterstellt werden kann.

620 000 Die Strukturbedingungen, die ein Industriezweig erfüllen muß, damit ein kontinuierlicher Ersatz des Maschinenverschleißes theoretisch widerspruchsfrei unterstellt werden kann

Eine Verifizierung des Verlaufes der Indices der Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Mengenabsatzes in der Art, wie dieser vereinfachend in Fig. 4 a dargestellt ist, kann nur bei einem Industriezweig gelingen, dessen Struktur nicht im Widerspruch zu der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes steht. Ein solcher Industriezweig, in welchem keine Ersatzinvestitionszyklen auftreten können, oder in dem periodische Schwankungen der Er-

1) Vgl. Kurth, W., Vermögensbestand und Kapitalbedarf in einigen Zweigen der Textilindustrie, Köln und Opladen 1962, S. 63

satzbeschaffung an Maschinen auf ein zu vernachlässigendes Mindestmaß beschränkt sind, muß folgenden Strukturbedingungen genügen:

1) Es muß sich um einen Industriezweig handeln, der sich aus kleinsten Anfängen einigermaßen stetig und gleichmäßig entwickelt und dessen Alter zu Beginn der Beobachtungsperiode bereits eine nicht zu kleine Anzahl von Umschlagsperioden seiner Maschinen überdauert hat.

2) Die einzelnen Aggregate, aus denen sich der Maschinenbestand eines solchen Industriezweiges zusammensetzt, müssen im Verhältnis zum gesamten Umfang dieses Bestandes sehr klein sein. D.h., die Anzahl der in diesem Industriezweig vorhandenen Maschinen muß groß sein.

3) Der Industriezweig muß eine große Anzahl von Betriebseinheiten umfassen, wobei die Betriebsgrößenstruktur wenigstens in erster Annäherung einer kontinuierlichen Verteilung entsprechen sollte. Eine leicht linksgeneigte Verteilung, also ein zahlenmäßiges Überwiegen der kleineren Betriebe zu Ungunsten der Großbetriebe ist dabei zugelassen, ja kommt dem Verifizierungsversuch sogar entgegen, da im allgemeinen das Investitionsverhalten der Klein- und Mittelbetriebe eine größere Stetigkeit aufweist als das der Großbetriebe.

4) Der Altersaufbau der Maschinen muß einigermaßen gleichmäßig über den gesamten Bestand streuen. D.h., die Besetzung der einzelnen Altersklassen mit Maschinen darf nicht allzu stark differieren. Diese Bedingung kann sich aus den bereits genannten Prämissen ergeben. Sie braucht es aber nicht. Aus diesem Grunde muß sie speziell aufgeführt werden.

Es darf angenommen werden, daß diese Strukturmerkmale, wenn auch nicht mit letzter Präzision, so doch mit aus-

reichend guter Approximation zumindest bei den sog. "traditionellen" Verbrauchsgüterindustrien gegeben sind. Bei Industrien dieser Art braucht somit - etwa im Gegensatz zu den Reedereien, deren diskontinuierlicher Ersatz von Schiffen einen Produktionszyklus des Schiffbaus erzeugt[1] - die Arbeitshypothese vom kontinuierlichen Ersatz des permanent anfallenden Maschinenverschleißes zu keinem Widerspruch zu führen. Ob diese Arbeitshypothese - auf einen Zweig der traditionellen Verbrauchsgüterindustrien angewandt - aber auch sachlich gerechtfertigt ist, also im Einklang mit den Gegebenheiten der Wirtschaftswirklichkeit steht, muß noch geprüft werden.

Als Demonstationsbeispiel zur Prüfung dieser Arbeitshypothese wird die Textilindustrie, der - gemessen an der Arbeiterzahl - wichtigste Bereich dieser Industriegruppe in Westdeutschland, ausgewählt.

630 000 Der Zusammenhang zwischen Bruttoinvestitionen an Maschinen und Nachfrage in der Textilindustrie

Beschränkt man die Betrachtung auf die Textilindustrien der Industrieländer, wie dies in Anbetracht der genannten Strukturbedingungen geboten ist, dann ist zu vermuten, daß die Unternehmer dieses Industriezweigs ihren Investitionsentscheidungen bzw. ihren Investitionen - wenigstens was den Produktionsprozeß im naturalökonomischen Sinne, also die Gütererstellung und n i c h t das Zu-Markt-Bringen der Erzeugnisse anbelangt, worauf es in diesem Zusammenhang allein ankommt - weitgehend die Entwicklung der tatsächlichen Nachfrage zugrunde legen.

---

1) Einarsen, J., Reinvestment Cycles and their Manifestation in the Norwegian Shipping Industry, Oslo 1938, S. 100 ff.

Die Einkommens- und Verbrauchsausgabenelastizitäten der Endnachfrage nach Textilien sind nämlich in den Ländern mit relativ hohem Einkommensniveau kleiner als eins und weisen außerdem sinkende Tendenz auf.[1)2)3)4)] Diese Erscheinung ist nicht auf die jüngere Vergangenheit, also etwa auf das 20. Jahrhundert beschränkt. Zur Begründung dieser zusätzlichen Aussage kann auf eine sehr breite Erfahrung hingewiesen werden, die auf der Entwicklung, die alle alten Industrieländer in den letzten 200 Jahren genommen haben, basiert. Es zeigt sich nämlich, daß beispielsweise in den USA oder in Großbritannien der Anteil der Textil- und Bekleidungsindustrie an der gesamten Industrie - gemessen etwa am Nettoproduktionswert oder an der Anzahl der Beschäftigten - während dieses ganzen Zeitraumes einen sinkenden Trend hat.[5)] Dasselbe läßt sich auch für Deutschland nachweisen. Wenn man nun - zur Vereinfachung - den Außenhandel unberücksichtigt läßt und in Übereinstimmung mit der Wirklichkeit davon ausgeht, daß der Anteil der im Handwerk und in den Haushaltungen gefertigten Textilien im 19. Jahrhundert ständig zurückgeht, dann muß der relative Rückgang der Textil- und Bekleidungsindustrien in den Industrieländern während der letzten 200 Jahre auf eine relativ rückläufige Endnachfrage nach Textilien zurückgeführt werden. Diese Tendenz

---

1) GATT, International Trade 1956, Genf 1957, S. 272 f.

2) F.A.O., Report by the F.A.O. Secretariat on Fiber Consumption Trends in: Studies of Factors affecting Consumption of Textile Fibers, International Cotton Advisory Committee, Washington 1960, S. 83

3) Kaup, H., Einkommen und Textilverbrauch, Köln und Opladen 1960

4) Für Westdeutschland in den Jahren 1955 bis 1962. Rott, W., Verlangsamtes Wirtschaftswachstum beeinträchtigt Expansion im textilen Bereich, a.a.O., S. 144

5) Hoffmann, W., G., Stadien und Typen der Industrialisierung, Jena 1931

kommt noch stärker zum Ausdruck, wenn man beachtet, daß im 19. Jahrhundert in den Industrieländern ständig ein Exportüberschuß an Textilien vorhanden ist, der in der Kolonisierungsphase und im Anschluß daran noch zunimmt.

Diese langfristige Erscheinung schließt mittel- und kurzfristige Oszillationen der Einkommenselastizitäten der Endnachfrage nach Textilien um ihren sinkenden Trend ein. Dabei wird man - schon wegen dieses fallenden Trends - davon ausgehen dürfen, daß sprunghaft erfolgende Einbrüche der Elastizitäten auf Wandlungen in der Rangordnung der Bedürfnisse der privaten Haushaltungen, also auf ausgedehnte Änderungen der Konsumgewohnheiten und damit vor allem auf das Auftreten neuartiger Massenverbrauchsgüter zurückzuführen sind.[1] Die Anpassung an die neue Rangordnung der Bedürfnisse kann aber von den Haushaltungen nicht momentan vollzogen werden. Vielmehr werden diese sich mehr oder weniger schnell an ihr neues Optimum der Bedürfnisbefriedigung herantasten. Die strukturellen Oszillationen der Einkommenselastizitäten[2] der Textilnachfrage sind daher im allgemeinen von kurzfristigen Anpassungsbewegungen überlagert, die sich als "konjunktur"-zyklische Erscheinungen in die Textilindustrie fortpflanzen.

Für den Zusammenhang zwischen der produktionsbezogenen Investitionstätigkeit in den Textilindustrien der Industrieländer und der durch diese Industrien zu befriedigenden Nachfrage ist nun von Bedeutung, daß die Oszillationen der Einkommenselastizitäten der Textilnachfrage - wenigstens im Branchendurchschnitt - von der Nachfrageseite ausgelöst werden. Dies läßt sich einmal

---

1) Rott, W., Verlangsamtes Wirtschaftswachstum beeinträchtigt Expansion im textilen Bereich, a.a.O., S. 138 und S. 146

2) Vgl. Rott, W., Verlangsamtes Wirtschaftswachstum beeinträchtigt die Expansion im textilen Bereich, a.a.O., S. 140 und S. 144

mit dem seit 200 Jahren indirekt und für die jüngere Vergangenheit direkt nachweisbaren abnehmenden Trend der Einkommenselastizitäten begründen. Zum anderen wird diese Behauptung durch die Struktur der Textilindustrien, in denen die Klein- und Mittelbetriebe überwiegen und in denen auch von den Erzeugnissen her die Marktform der vollständigen Konkurrenz angenähert realisiert ist, gestützt. Hinzu kommt, was allerdings in die Nähe einer tautologischen Aussage rückt, aber nichtsdestoweniger die aufgestellte Behauptung untermauert, daß eine positive Beeinflussung der Nachfrageseite, also das Wecken eines zusätzlichen Bedarfs über die Verhinderung eines weiteren Absinkens der Nachfrageelastizitäten hinaus durch die Produzenten, nur bei Gütern mit hoher Einkommenselastizität, d.h. mit einer solchen größer als eins möglich ist.

Für die Textilindustrie insgesamt kann daher begründet vermutet werden, daß die Unternehmer sich bei ihren Investitionsentscheidungen im wesentlichem am Niveau und an der Veränderung der Nachfrage orientieren. Das bedeutet, daß für diesen Industriezweig in seiner Gesamtheit über eine nicht zu kleine Anzahl von Umschlagsperioden seiner Maschinen und über mehrere Unternehmergenerationen hinweg - wenn überhaupt - nur sehr bedingt die Möglichkeit besteht, über die durch Lebensstil und Einkommensniveau gesteckte Grenze hinaus zusätzliche Nachfrage, etwa durch das Angebot neuartiger Erzeugnisse, zu wecken, also von sich aus die Rangordnung der Bedrüfnisse der privaten Haushaltungen zu seinen Gunsten zu verändern, was zuvor entsprechende Neuinvestitionen an Maschinen aber auch Investitionen in der Werbung voraussetzen würde. - Da auf die Branche insgesamt abgehoben wird, steht dem nicht entgegen, wenn es einzelnen Unternehmen auf solche Weise gelingt, ihren Marktanteil zu vergrößern. Einmal fallen solche nachfrageerzeugenden oder in der

Absicht, Nachfrage zu wecken, getätigten Investitionen Einzelner im Hinblick auf den gesamten Industriezweig nicht ins Gewicht, und zum anderen kann eine derartige Vergrößerung des Marktanteils einer Firma im Hinblick auf die fallende Tendenz der Einkommenselastizitäten nur zu Lasten der übrigen Glieder der Branche, vor allem der Grenzproduzenten, vorgenommen werden. Auch ein eventueller Anreiz der Nachfrage durch hochmodische Erzeugnisse der Bekleidungsindustrie steht nicht im Widerspruch zu dieser Aussage, weil eine Produktionsausweitung der Bekleidungsindustrie eine Nachfragesteigerung für die Textilindustrie bedeutet. D.h. in diesem Falle wirkt die Bekleidungsindustrie und n i c h t die Textilindustrie auf die Rangordnung der Bedürfnisse ein. - Daher verläuft in der Textilindustrie die Richtung der induzierenden Wirkung fast ausschließlich von der Nachfrage nach Textilien zu den Neuinvestitionen an Maschinen und nicht umgekehrt von der Investitionstätigkeit zur erwarteten bzw. zur zu weckenden Nachfrage.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß in Wirtschaftsordnungen, die - wenigstens grundsätzlich - auf der freien Entscheidung ihrer Wirtschaftssubjekte basieren, die Befriedigung des Endverbrauchs der letzte Zweck jeglichen Wirtschaftens ist. Infolgedessen kann es im Produktionsbereich des industriellen Sektors im wesentlichen - d.h. etwa von der Rüstungsindustrie abgesehen, in welcher außerökonomische Gründe u.U. zum Aufbau einer im Frieden nicht genutzten Reservekapazität führen - nur solche Neuinvestitionen geben, die direkt oder indirekt von der Nachfrage abhängen. Da außerdem - wie schon plausibel dargelegt - in den Textilindustrien der Industrieländer mit nachfrageerzeugenden Neuinvestitionen an Maschinen kaum gerechnet zu werden braucht, können in diesem Bereich im wesentlichen nur nachfrageinduzierte Neuinvestitionen auftreten.

Damit ist jedoch nicht die Behauptung ausgesprochen, daß das Akzelerationsprinzip in seiner bisher behandelten einfachsten Form zur Wirkung gelangt. Ob dieses Prinzip in dieser einfachsten Form wirksam ist oder nicht, ist eine Frage des jeweiligen Ausmaßes der Realisierung der Verbesserung der Textilmaschinen durch die Textilindustrie, ihrer Möglichkeit, den Ausnutzungsgrad der Güter des konstanten fixen Kapitals zu erhöhen, was im wesentlichen von den gesetzlichen Bestimmungen über die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit bzw. von der Verfügbarkeit über zusätzliche Arbeitskräfte abhängt, und des Umfanges der Fertigwarenbestände zu Beginn einer Nachfrageexpansion und der Dauer einer solchen.

Sind insbesondere der Veränderung des Ausnutzungsgrades der Maschinen - aus welchen Gründen auch immer - gegenüber der Veränderung der Nachfrage enge Grenzen gesetzt, und wird der Maschinenverschleiß k o n t i n u i e r l i c h ersetzt, dann muß, da autonome Neuinvestitionen aus den genannten Gründen nahezu vollständig ausscheiden, aufgrund der vorstehend angestellten Überlegungen ein ziemlich strammer stochastischer Zusammenhang zwischen dem Index des Auftragseingangs der Textilindustrie und demjenigen ihrer Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie bestehen. Dies aber ist für die westdeutsche Textilindustrie während der Nachkriegszeit gegeben. Es läßt sich nachweisen, "daß sich die Investitionsentscheidungen der Textilunternehmer in ihrer Gesamtheit sehr stark und mit geringer zeitlicher Verzögerung an den eigenen Aufträgen orientieren."[1] Es ergibt sich sogar, daß der entsprechend basierte Index des Auftragseingangs in den Expansionsphasen der Nachfrage oberhalb und in den

---

1) Rott, W., und Thiel, E., Beziehungen zwischen Auftragseingang und Investitionsentscheidungen in der Textilindustrie, Münster 1960, S. 165

Abschwungsphasen der Nachfrage unterhalb des Index des Auftragseingangs der Textilindustrie verläuft, wobei allerdings die Reaktionszeiten der Unternehmer zu berücksichtigen sind.[1)2)] Außerdem unterscheidet sich das Investitionsverhalten der Textilunternehmer auf den einzelnen Produktionsstufen nicht stark voneinander.[3)] Zudem ergeben sich für das Vorhandensein von Ersatzinvestitionszyklen (vgl. Figur 4 b) keinerlei Anhaltspunkte. Dieser stramme stochastische Zusammenhang zwischen Auftragseingang der Textilindustrie und Auftragseingang der Textilmaschinenindustrie Westdeutschlands in der Nachkriegszeit findet seinen Ausdruck in einem Korrelationskoeffizienten von 0,805.[4)] Dabei ist zu beachten, daß das Strammheitsmaß dieses Zusammenhangs noch beeinträchtigt ist durch die im Zeitablauf zunehmenden Exporte der westdeutschen Textilmaschinenindustrie. Diese wie die Maschinenimporte können über einen größeren Zeitraum wegen der ausgedehnten und außerdem schwankenden Lieferfristen der Textilmaschinenindustrien nicht zeitgerecht berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere deshalb nicht möglich, weil die Lieferfristen der einzelnen Maschinenarten stark streuen, und auch diese Streuung nicht zeitinvariant und außerdem in einzelnen nicht bekannt ist.

Mit diesem in weitgehender Übereinstimmung mit dem theoretisch abgeleiteten Zusammenhang stehenden empirisch nachgewiesenen Verlauf der Indices des Auftragseingangs der Textilindustrie und ihrer Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie erfährt die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes in der Textilindustrie insgesamt eine erste Stütze. Diese

---

1) Rott, W. und Thiel, E., a.a.O., S. 170
2) Vgl. auch Figur 5 dieser Untersuchung
3) Rott, W. und Thiel, E., a.a.O., S. 176
4) Ebenda, S. 165

erste Stütze der kontinuierlichen Betrachtungsweise steht jedoch noch auf einem sehr unsicheren Fundament. Zu ihrer Absicherung liegt es nahe, aus dem empirischen Verlauf der beiden hier interessierenden Indices zunächst mit Hilfe des entwickelten Verfahrens die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen zu berechnen und die so errechnete mittlere Umschlagsperiode mit den Vorstellungen der Textilindustrie über die Länge der Nutzungsdauer ihrer Maschinen sowie mit den steuerlich zulässigen Abschreibungsperioden zu vergleichen. Ergibt dieser Vergleich zwischen Rechnung und Wirtschaftspraxis eine Übereinstimmung wenigstens in erster Näherung, dann wird man ihn als zusätzliche Stütze der zu begründenden Arbeitshypothese werten dürfen.

640 000 Die Ermittlung der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen in der Webereistufe der westdeutschen Textilindustrie über deren Auftragseingang und über deren Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie

Nunmehr soll der Versuch unternommen werden, mit Hilfe des vorstehend entwickelten Verfahrens die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen zu ermitteln und auf der Grundlage dieses so errechneten Strukturkoeffizienten die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes durch seinen Vergleich mit den Vorstellungen der Wirtschaftspraxis über die Länge der Nutzungsdauer der Maschinen weiter abzusichern. Dabei ist zu beachten, daß die in Vorschlag gebrachte Methode auf der Fiktion beruht, das Akzelerationsprinzip wirke in seiner bisher ausschließlich behandelten einfachsten Form. Wenn auch als Ergebnis der angestellten Überlegungen für die Textilindustrien der Industrieländer autonome Neuinvestitionen an Maschinen weitgehend ausscheiden, so brauchen aber deshalb dennoch

nicht die Bedingungen des Beschleunigungstheorems in seiner einfachsten Form in jedem irgendwie herausgegriffenen Beobachtungsintervall erfüllt zu sein. Für die weitere Absicherung der in Frage stehenden Arbeitshypothese sind damit zwei Wege vorgezeichnet. Einmal kann man versuchen, eine Beobachtungsperiode ausfindig zu machen, in welcher die Bedingungen des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form weitgehend erfüllt sind. Zum anderen bietet sich an, das Modell dieses Prinzips weiter auszubauen, d.h. seine Voraussetzungen allgemeiner zu gestalten, was sicher für die Textilindustrien der Industrieländer möglich ist, da bei ihnen - wie hinlänglich begründet - autonome Neuinvestitionen an Maschinen kaum berücksichtigt zu werden brauchen. Jeder dieser beiden Wege soll im folgenden beschritten werden. Dabei wird in der Reihenfolge ihrer Nennung vorgegangen.

Das Akzelerationsprinzip kann in seiner einfachsten Form nur dann zur Wirksamkeit gelangen, wenn - um es zu wiederholen - keine Veränderung des Produktionsverfahrens, also auch keine strukturelle Veränderung des Maschinenbestandes eintritt, wenn der Ausnutzungsgrad der Maschinen zeitinvariant bleibt und wenn sich die Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenbestände nicht verändert. Die Anwendung des entwickelten Verfahrens auf die Berechnung der Umschlagsperiode der Maschinen ist infolgedessen nur sinnvoll und kann daher nur dann zu numerisch brauchbaren Ergebnissen führen, wenn insbesondere diese Bedingungen weitgehend erfüllt sind. Nun ist zu beachten, daß zwar für den Z e i t p u n k t der Vergabe von Neuinvestitionsaufträgen durch die Unternehmer Niveau und Änderungsgeschwindigkeit der Nachfrage und damit indirekt auch der momentane Ausnutzungsgrad der Maschinen und der augenblickliche Umfang der Bestände an Fertigerzeugnissen - abgesehen vom Stand der Technik im Maschinenbau und von der Erwartung künftiger Neukonstruktionen - maßgebend

sind. Man wird aber vermuten dürfen, daß die H ö h e der zu vergebenden Neuinvestitionsaufträge nicht stark von kurzfristigen Schwankungen des Ausnutzungsgrades der Maschinen und von solchen der Fertigwarenlager abhängt, da den Investitionsentscheidungen eine Planung auf längere Sicht zugrunde liegt. Stellt man also auf die Investitionsentscheidungen der Unternehmer und damit auf ihre Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie und ihre eigenen Aufträge und n i c h t auf den Wirkzusammenhang der in den Produktionsprozeß mündenden Leistungsströme ab, dann wird man - wenigstens in erster Näherung - die kurzfristigen Schwankungen der Lagerbestände und des Ausnutzungsgrades der Maschinen unberücksichtigt lassen können. Dies gilt umso mehr, als angesichts der Lieferfristen der Maschinenindustrie die Textilindustrie zur fristgerechten Abwicklung der an sie ergehenden Bestellungen notwendig zu Beginn eines Nachfrageaufschwungs auf ihre Fertigwarenbestände zurückgreifen und/oder kurzfristig den Ausnutzungsgrad ihrer Maschinen etwa dadurch verbessern muß, daß von den Arbeitskräften Überstundenarbeit gefordert wird. Will man die Umschlagsperiode der Maschinen aus dem Verlauf der Auftragseingänge und der Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie ermitteln, so ist dies also durchaus für eine Periode zulässig, in welcher die strukturelle Zusammensetzung des Maschinenbestandes weitgehend unverändert bleibt. Die Entwicklung der Fertigwarenbestände und die des Ausnutzungsgrades der Maschinen kann dagegen unberücksichtigt bleiben.

Auch wenn man den Versuch einer Berechnung der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen aus dem Auftragseingang der Textilindustrie und ihrer Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie auf die Textilindustrie Westdeutschlands in der Nachkriegszeit beschränkt, ergeben sich aus dem hierfür entwickelten Verfahren selbst und durch Hemm-

nisse statistischer Art bedingt weitere Einschränkungen, was die Wahl der Beobachtungsperiode anbelangt. In der Beobachtungsperiode muß nämlich eine deutlich erkennbare Expansion der Nachfrage stattfinden, der eine nur wenig ausgeprägte Abschwungsphase der Auftragseingänge vorausgeht. Des weiteren erfordert bei nicht momentaner Anpassung und Unstetigkeit der Nachfragefunktion an der Nahtstelle zwischen Abschwungs- und Aufschwungsphase also im allgemeinsten der hier möglichen Fälle, die systemgerechte Basierung der beiden hier interessierenden Indexzahlen auf die rechtsseitige Annäherung an den Zeitpunkt des Anlaufens der Nachfrageexpansion, daß in der Reaktionszeit der Unternehmer die Erteilung von Aufträgen für Neuinvestitionen verschwindet, also die Auftragsvergabe an die Maschinenindustrie während der Zunahme der Nachfrage zunächst eine Zeitlang auf ihrem am Ende der Abschwungsphase erreichten Niveau verharrt. Schließlich aber ist noch zu beachten, daß in den statistisch bekannten Auftragseingängen der Textilmaschinenindustrie die Maschinenbestellungen des In- wie des Auslandes enthalten sind und daß die Textilindustrie des Inlands auch aus dem Ausland Maschinen bezieht. Da die Auftragserteilung des Inlands nicht vom gesamten Auftragseingang der Textilmaschinenindustrie Westdeutschlands zu trennen ist und die Auftragsvergabe des Inlands an das Ausland nicht bekannt ist, muß also eine Periode gefunden werden, in welcher der Saldo des Außenhandels mit Textilmaschinen sich nicht verändert. Letztlich wird die Wahl einer geeigneten Beobachtungsperiode noch dadurch eingeengt, daß die Auftragseingänge der westdeutschen Textilmaschinenindustrie erst von 1954 an bekannt sind.

Angesichts dieser Mannigfaltigkeit der einschränkenden Bedingungen wird es insbesondere deshalb schwer halten, den angestrebten Verifizierungsversuch für die Textilindustrie Westdeutschlands insgesamt durchzuführen, weil

in deren einzelnen Produktionsstufen die Modernisierung des Maschinenbestandes im Verlaufe der Nachkriegszeit zu verschiedenen Zeitabschnitten stattfindet. Dies hängt einerseits mit den unterschiedlichen Ertragsverhältnissen der einzelnen Produktionsstufen zusammen. Andererseits aber schlägt sich hierin nieder, daß die Entwicklung neuer Konstruktionen bei den einzelnen Maschinenarten ungleich schnell vor sich geht. "Die Maschineninvestitionen in der Sparte Spinnerei wurden in den vergangenen Jahren durch eine Vielzahl wesentlicher Konstruktionsverbesserungen bei den vorhandenen Maschinentypen forciert. Für die Spinnerei-Vorbereitung wurden insbesondere automatische Wickelausstoß-Vorrichtungen, leistungsfähigere Krempeln und Strecken, Hochverzugsflyer, verbesserte Kämmaschinen usw. entwickelt. In der Spinnerei-Abteilung selbst ermöglichte die Verwendung geeigneter Streckwerke, neuartiger Fadenabzugsvorrichtungen größeren Hubs, verbesserte Klimaanlagen die Herstellung hochwertiger Garne...Schließlich war für die Höhe der Investitionen eine relativ günstige Preisstellung beim Verkauf von Garnen in fast allen Zweigen der Spinnerei mitentscheidend."[1] "Die Geschäftslage der meisten Webereien war lange Jahre durch relativ hohe Rohstoffkosten und durch eine scharfe Konkurrenz auf den Gewebemärkten bestimmt. Es war hier deshalb nicht immer möglich, entsprechende Erträge wie in der Spinnerei zu erzielen; die für Investitionen verfügbaren Kapitalien waren dadurch geringer. Auch Kredite standen folglich in minderem Umfang zur Verfügung."[2]

---

1) Kindermann, H., Bestimmungsgründe für das Verhalten der Unternehmer aus der Textilindustrie, insbesondere der Baumwollindustrie, bei Investitionsentscheidungen, Münster 1961, S. 44, 45

2) Kindermann, H., a.a.O., S. 46

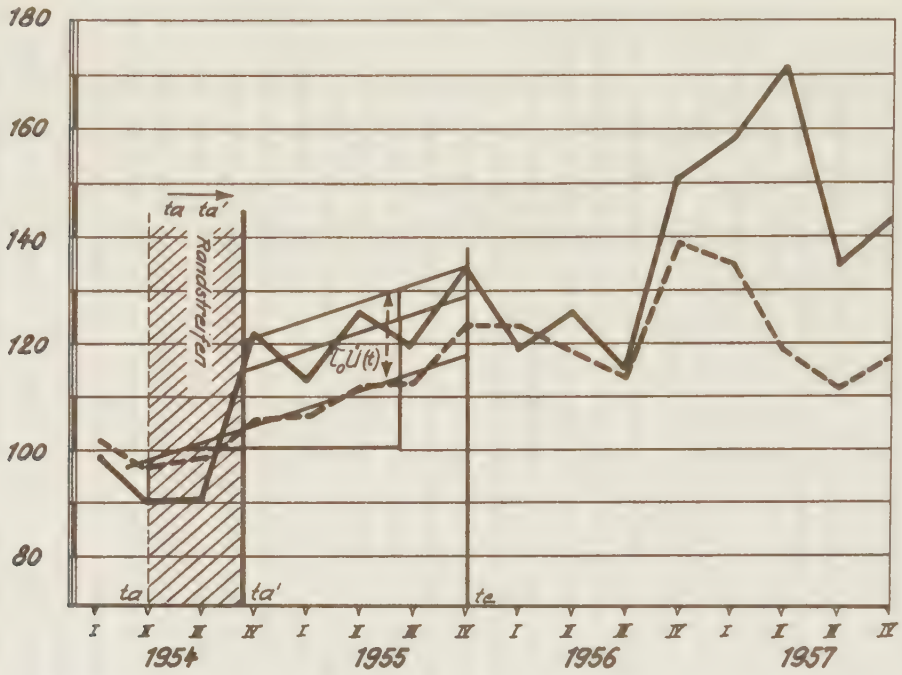
Insbesondere deshalb, weil auf der Webereistufe der Textilindustrie Westdeutschlands innerhalb der Nachkriegszeit die Strukturveränderung des Maschinenbestandes auf breiter Basis erst im Jahre 1956, auf der Spinnereistufe dagegen mindestens zwei Jahre früher einsetzt[1], und weil die Auftragseingänge der westdeutschen Textilmaschinenindustrie erst seit 1954 bekannt sind, ist der Versuch, die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen auf der Grundlage der Auftragseingänge zu ermitteln, nur für die erstgenannte Produktionsstufe sinnvoll durchzuführen. Nur für die Webereistufe läßt sich infolge dieser Gegebenheiten innerhalb der durch die Verfügbarkeit über die entsprechenden statistischen Daten nach links beschränkten Beobachtungszeit - wenigstens in erster Näherung - eine Unveränderlichkeit der Struktur des Maschinenbestandes und zwar auch nur für die Jahre 1954 und 1955 unterstellen. Glücklicherweise nehmen in diesen beiden Jahren, auf die in diesem Zusammenhang allein zurückgegriffen werden kann, die Indices des Auftragseinganges der Webereistufe und des Auftragseinganges der Webereimaschinenindustrie auch einen dem Verifizierungsversuch günstigen Verlauf (vgl. Fig. 5). Hinzu kommt als weiterer günstiger Umstand, daß die Differenz zwischen Ausfuhr und Einfuhr von Webereimaschinen mit einem Betrag von 15,897 Mio DM[2] im Jahre 1954 und mit einem solchen von 15,909 Mio DM[2] im Jahre 1955 nahezu konstant bleibt und infolgedessen die Expansion des Auftragseingangs der Webereimaschinenindustrie Westdeutschlands praktisch vollständig auf die Zunahme der Maschinenbestellungen der westdeutschen Webereien zurückzuführen ist. Außerdem belaufen sich die

---

1) Vgl. Kindermann, a.a.O., S. 45, Tabelle 5 und S. 47, Tabelle 6

2) Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten E.V., Die Lage des Maschinenbaues im Jahre 1954 und im Jahre 1955

Auftragseingang in der Weberei und in der Webmaschinenindustrie in Mio DM (1954 = 100)



Quelle: Rolf, W. u. Thiel, E., Beziehungen zwischen Auftragseingang und Investitionsentscheidungen in der Textilindust, Textildienst Nr. 7 – 1960, Münster 1960, S. 173

Lieferfristen der westdeutschen Textilmaschinenindustrie am Ende des ersten Halbjahres 1956, also im unmittelbaren Anschluß an die allein wählbare Beobachtungsperiode auf 8 Monate (gewogenes Mittel) bzw. auf 6 Monate (ungewogenes Mittel), wobei bei den einzelnen Maschinenarten die Lieferfristen zwischen einem Monat und 19 Monaten streuen.[1] Auch die Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenbestände der westdeutschen Webereien ändert sich im Jahre 1954 nicht.[2]

Damit ist gezeigt, daß die realen Gegebenheiten die Anwendung des entwickelten Verfahrens zur Ermittlung der mittleren Umschlagsperiode der Maschinen in der Weberei zulassen.

Die Berechnung der Umschlagsperiode der Maschinen wird bewußt auf möglichst einfache Weise durchgeführt. Ausgangspunkt ist die Entwicklung der auf dem Jahresdurchschnitt 1954 basierten Auftragseingänge der Weberei und der Webereimaschinenindustrie Westdeutschlands, welche letztere ja 1954 und 1955 weitgehend der Auftragsvergabe der westdeutschen Webereien an die westdeutsche Maschinenindustrie entsprechen. Sie ist einer früheren Veröffentlichung des Verfassers zusammen mit Eberhard Thiel[3] entnommen und in Figur 5 wiedergegeben. Aus Figur 5 ist zu ersehen, daß diese Indices in den Jahren 1954 und 1955 - von Schwankungen mit ausgesprochenem Saisoncharakter abgesehen - genau den Verlauf nehmen, wie er theoretisch

---

1) Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten E.V., Die Lage des Maschinenbaues im 1. Halbjahr 1956, S. 1

2) Vgl. Hoffarth, K., Lagerhaltung und Konjunkturverlauf in der Textilwirtschaft, Köln und Opladen 1963, S. 67, Tabelle 8

3) Vgl. Rott, W. und Thiel, E., Beziehungen zwischen Auftragseingang und Investitionsentscheidungen in der Textilindustrie, Münster 1960, S. 173

hergeleitet ist. Zu Beginn des zeitlich eng begrenzten Beobachtungsbereichs befinden sich Auftragseingang und Auftragsvergabe der Webereistufe im Abschwung. Um die Jahresmitte 1954 setzt unvermittelt eine Expansion der Nachfrage ein, die bis zum Jahresende 1955 andauert. In dem durch die Reaktionszeit der Unternehmer bedingten Randstreifen verharren die Maschinenbestellungen auf ihrem am Ende der Abschwungsphase erreichten Niveau. Im Anschluß daran spielt sich die Akzeleration sprunghaft voll ein. Sie dauert alsdann bis zum Ende der befristeten Nachfrageexpansion an. Die Geringfügigkeit der saisonalen Ausschläge des Index des Auftragseingangs in der Weberei und die strenge Periodizität, die der Index der Maschinenbestellungen aufweist, erübrigen eine Saisonbereinigung beider Indexzahlen. - Im übrigen werden die Indexzahlen auch deshalb nicht saisonbereinigt, weil bei den entsprechenden Verfahren dem Ermessen des Beobachters im Hinblick darauf, ob gewisse Ausschläge als rein saisonal oder als überwiegend zufallsbedingt zu interpretieren sind, ein breiter Spielraum offensteht. - Auch bei der Approximation der Polygone der Auftragseingänge in $t_a \ldots t_e$ bzw. in $t_a \ldots t_e$ wird nicht mathematisierend vorgegangen. Beide Polygone sind durch "Freihand"-Trend linear angenähert. Die verfahrensbedingte Umbasierung auf den Zeitpunkt $t = t_a$ ist durch Parallelverschiebung der Auftragseingänge der Webereimaschinenindustrie, wie aus Figur 5 ersichtlich, näherungsweise erreicht. Von einer Preisbereinigung beider Reihen wurde abgesehen.

Aus Figur 5 ist die Änderungsgeschwindigkeit des Index der Auftragseingänge der Webereistufe zu rd. 0,13 ermittelt.[1)] Infolgedessen ergibt sich für das Jahr 1955

1) An der Stelle $t = t_a$ nehmen die Indices der Auftragseingänge bzw. der Auftragsvergabe $\bar{U}(t)$ u. $\bar{J}(t)$ nach Vereinbarung den Wert +1 an.

eine durchschnittliche, den Investitionsentscheidungen der Unternehmer der westdeutschen Webereistufe zugrundegelegte mittlere Umschlagsperiode der Maschinen von rd. 12 Jahren.

Nunmehr ist zu prüfen, ob und inwieweit diese so errechnete mittlere Umschlagsperiode der Maschinen in der Weberei im Einklang mit den Vorstellungen und dem Verhalten der Wirtschaftspraxis steht. Als Vergleichsgrundlage bietet sich hierfür das Ergebnis von Verhandlungen zwischen der Textilindustrie und der Finanzverwaltung über die Länge der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern von Maschinen an. Ein solches Verhandlungsergebnis wird von Gesamttextil unter dem 21.1.1956 veröffentlicht,[1] also im unmittelbaren Anschluß an die Beobachtungsperiode, auf der die vorausgegangene Berechnung der Umschlagsperiode basiert. Es darf also davon ausgegangen werden, daß sich in diesem Verhandlungsergebnis die Erfahrungen, die in den Jahren zuvor von der Textilindustrie gesammelt wurden, niederschlagen. Es ist in der beigefügten Tabelle I zusammen mit dem Vorschlag der federführenden Oberfinanzdirektion und dem Gegenvorschlag der textilindustriellen Fachsparte wiedergegeben.

Aus Tabelle I ist zunächst zu ersehen, daß sich die Finanzverwaltung in den betreffenden Verhandlungen die Argumente der Textilindustrie weitgehend zu eigen macht. Es darf daher angenommen werden, daß die Darlegungen der Textilindustrie sachlich hinreichend begründet sind. Weiter ist aus Tabelle I ersichtlich, daß die im Januar 1956 zwischen der Textilindustrie und der Finanzverwaltung vereinbarten betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern

---

1) Gesamttextil, Bericht über die bisherigen Verhandlungen mit der Finanzverwaltung zwecks Kürzung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern von Maschinen in der Textilindustrie, Frankfurt a.M., 21.1.1956

Tabelle I

Abschreibungstabellen

Fachsparte: Weberei

Maschinen bzw. Maschinengruppen	Vorschlag der federführenden OFD	Gegenvorschlag der textilind. Fachsparte	Vereinbarung
	(Nutzungsdauer in Jahren bei einfacher Schicht)		
1. Vorbereitung von Kettgarn			
Kettgarn-Spulmaschinen	15	15	15
Kettgarn-Spulautomaten	--	10	12
Zettel- und Schäranlagen	15	12	12
Schlichtmaschinen	15	12	12
Anknüpf-, Fadenhinreich-, Blattstech-, Lamellen- u. andere Einziehmaschinen	15	10	10
2. Vorbereitung von Schussgarn			
Schuss-Spulautomaten	16	10	12
3. Webprozess			
Einfache Webstühle	20	15	15
Schnellläufer	17	10	12
Webautomaten	17	10	10
Webmaschinen (schützenlose Stühle)	--	10	10
Webstühle für Schwergewebe	--	12	12
Rundwebstühle	10	10	10
Schaftmaschinen	17	10	12

Quelle: Gesamttextil, Bericht über die bisherigen Verhandlungen mit der Finanzverwaltung zwecks Kürzung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern von Maschinen in der Textilindustrie, Frankfurt, 21.1.1956

zwischen 10 und 15 Jahren streuen. Dabei ist zu beachten, daß in den Vorbereitungsmaschinen, deren Nutzungsdauer etwas länger dotiert ist als diejenige der Webaggregate, Ende 1955 nur etwa 30 %, in den Webstühlen und Webmaschinen aber etwa 70 % des Nettovermögens an Maschinen in der Weberei gebunden sind.[1] Daraus folgt, daß die mit Hilfe des entwickelten Verfahrens aus dem Investitionsverhalten der Unternehmer errechnete mittlere Umschlagsperiode der Maschinen in der Weberei mit ihrer tatsächlichen betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer ausreichend gut übereinstimmt, zumal zu dieser Zeit auf die einfachen, mechanischen Webstühle nur knapp 27 % des in den Webaggregaten insgesamt gebundenen Kapitals entfallen.

Mit diesem Ergebnis des Vergleichs der errechneten Umschlagsperiode mit der zwischen Textilindustrie und Finanzverwaltung ausgehandelten Nutzungsdauer der Maschinen in der Weberei erfährt die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes in der Textilindustrie Westdeutschlands eine beachtliche Absicherung. In der Webereistufe werden nämlich gemäß der Brutto- und Nettoproduktionswerterhebung von 1950 über 50 % der eigenen Leistung der Textilindustrie erzeugt.[2] Da sich die übrigen Produktionsstufen der Textilindustrie strukturell nur unwesentlich von der Webereisparte unterscheiden, kann somit das Investitionsverhalten dieses Teilbereichs insbesondere auch bezüglich des Ersatzes des Maschinenverschleißes als repräsentativ angesehen werden. Diese Aussage wird zudem ge-

---

1) Vgl. Kurth, W., a.a.O., S. 137, Tabelle 9

2) Mitteilung des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden

stützt durch den bereits dargelegten strammen stochastischen Zusammenhang zwischen dem Auftragseingang der gesamten Textilindustrie Westdeutschlands und ihrer Auftragsvergabe an die Textilmaschinenindustrie im Verlaufe der Nachkriegszeit.

Trotz des durchaus befriedigenden numerischen Ergebnisses der Berechnung der mittleren Umschlagsperiode der Webereimaschinen und des parallelen Verlaufs der entsprechend basierten Indices von Auftragseingang und Maschinenbestellung der Weberei in der Expansionsphase der an der Auftragserteilung gemessenen Nachfrage von 1955[1] haftet diesem Versuch einer Rechtfertigung der kontinuierlichen Betrachtungsweise der Makel einer zufälligen Übereinstimmung an. Um ihn auszuräumen, erscheint es tunlich, einmal die Methode der Ermittlung der Umschlagsperiode der Maschinen in der Weberei zu wechseln und zum anderen diesen wichtigen Strukturkoeffizienten auf der Grundlage dieses neuen Verfahrens für ein der gerade betrachteten Periode unmittelbar benachbartes Zeitintervall zu berechnen. Diese andere Methode besteht in dem bereits angedeuteten Lösungsweg eines weiteren Ausbaus des Akzelerationsprinzips. Es soll versucht werden, über den Wirkzusammenhang der wichtigsten, in den Produktionsprozeß mündenden und diesen festlegenden Leistungsströme die mittlere Umschlagsperiode zu ermitteln. Als Beobachtungsperiode werden die Jahre 1953 und 1954 gewählt, für die - wie nach den bisherigen Ausführungen verständlich - mit noch größerer Berechtigung als für die Jahre 1954 und 1955 - also für das unmittelbar rechts benachbarte, jenes sogar überlappende Intervall - angenommen werden kann, daß die strukturelle Veränderung des Maschinenparks der westdeutschen Weberei auf breiter Basis erst anläuft.

---

1) Vgl. Figur 5 in Verbindung mit Figur 4a und 4b

650 000 Das Akzelerationsprinzip in seiner weniger einfachen Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes

Genau derselbe Verlauf der entsprechend basierten Indices der Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Nettoproduktes bzw. des Mengenabsatzes, wie er unter den Voraussetzungen der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form und eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes hergeleitet wurde (vgl. Figur 3), kann sich auch ergeben, wenn zwar an der Annahme eines kontinuierlichen Ersatzes festgehalten wird, die Prämissen aber, auf denen das Beschleunigungstheorem in seiner einfachsten Form beruht, nicht alle gelten. Diese Behauptung soll nunmehr bewiesen werden.

Der Nachweis wird in mehreren Schritten geführt. Zunächst ist die aufgestellte Behauptung an einem entsprechend konstruierten Modell in formaler Weise zu begründen. Dann wird die wesentlichste Konsequenz, die sich aus dieser formalen Begründung ergibt, ökonomisch-sachlich zu deuten sein. Im Anschluß daran muß mit statistischen Mitteln - wieder am Beispiel der Webereistufe der westdeutschen Textilindustrie - gezeigt werden, daß die im Modell unterstellten Annahmen weitgehend mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Gelingt dieser statistische Nachweis, läßt sich insbesondere eine Umschlagsperiode der Webereimaschinen in der Größenordnung von 12 Jahren auf diese Weise ermitteln, dann kann gleichzeitig auch die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes in Verbindung mit den vorausgegangenen Überlegungen als gerechtfertigt gelten.

651 000 Das Ausgangsmodell

Zur formalen Begründung der aufgestellten Behauptung werden folgende Unterstellungen gemacht: Die Qualität der Fertigerzeugnisse bleibt während der ganzen Dauer der Beobachtung unverändert. Das Nettoprodukt des betrachteten Industriezweigs ist zu Beginn der Beobachtung eine Zeitlang stationär und steigt dann von einem bestimmten Zeitpunkt $t = t_a$ an in irgendeiner, nicht näher zu beschreibenden Weise monoton bis zum Zeitpunkt t_e. Im Anschluß daran verharrt es auf dem in t_e erreichteten Niveau. Damit ist wenigstens im beiderseits offenen Intervall $(t_a \ldots t_e)$ $\dot{N}(t) > o$. Zusätzlich wird angenommen, daß die am Mengenabsatz gemessene Umschlagshäufigkeit der realen Fertigwarenbestände über die betrachtete Periode konstant bleibt. Mengenabsatz und Bruttoprodukt des betrachteten Industriezweigs im naturalökonomischen Sinne haben somit gleiche Zuwachsraten. Außerdem sollen die prozentualen Veränderungen des Bruttoproduktes und des Nettoproduktes - beide als naturalökonomische Leistungsströme aufgefaßt - miteinander übereinstimmen. Mit dieser Prämisse ist sichergestellt, daß der naturalökonomische Aufwand an sachlichen Produktionsmitteln relativ im selben Tempo zunimmt wie das Nettoprodukt. [1] Wenn sich die Qualitäten der übrigen sachlichen Aufwendungen nicht verändern und die Modifizierung des Produktionsverfahrens keine relative mengenmäßige Ersparnis an diesen Leistungen gegenüber der Ausbringung zeitigt, was unterstellt sei, dann müssen diese wie die Ersatzinvestitionen an Maschinen im selben Tempo steigen wie das Nettoprodukt. Außer-

---

1) Vgl. Peter, H., Einführung in die politische Ökonomie, Stuttgart und Köln 1950, S. 42

dem wird wiederum eine Zeitinvarianz der Umschlagsperiode des Maschinenbestandes vorausgesetzt. Aus diesen Bedingungen folgt notwendig bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes, daß auch der Umfang des Maschinenbestandes prozentual im selben Maße zunimmt wie die eigene Leistung (Nettoprodukt [1]) des betrachteten Industriezweigs. Im Gegensatz zu diesen Annahmen, die auch bei Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form gelten müssen, soll jedoch die statistische Ergiebigkeit der Maschinenstunde $\psi(t)$ (vgl. (6)) und/oder der Ausnutzungsgrad der Maschinen W(t) (vgl. (5)) während des Teilintervalls der Beobachtungsperiode $t_a \ldots t_e$, in welchem die Nachfrage - gemessen am Absatz - expandiert, zunehmen bzw. verbessert werden. In den zum Intefvall $t_a \ldots t_e$ unmittelbar benachbarten Zeitabschnitten sollen sich dagegen der Ausnutzungsgrad und die statistische Effizienz der Maschinen wie im Modell des Beschleunigungstheorems in seiner einfachsten Form nicht verändern. Des weiteren wird unterstellt, daß die Kombination der Produktionsfaktoren optimal vorgenommen wird.

Von der Variabilität des Ausnutzungsgrades der Maschinen abgesehen wird also in dem gerade betrachteten Modell im Gegensatz zu demjenigen des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form eine Verbesserung des Produktionsverfahrens, die sich in einer Zunahme der statistischen Ergiebigkeit der Maschinenleistungsstunde $\psi(t)$ niederschlägt, während des zeitlichen Teilintervalls, in welchem sich der Nachfrageanstieg voll-

---

1) Statistisches Bundesamt, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 7, Brutto- und Nettoproduktionswerte der Industrie im Jahr 195o, S. 4

zieht, zugelassen. Daraus und in Verbindung mit den übrigen Bedingungen, die eine Zunahme des Umfanges des Maschinenbestandes nach Maßgabe der Expansion des Mengenabsatzes bzw.des Nettoproduktes heischen, ergibt sich eine spezielle, zunächst formal in Erscheinung tretende, aber später ökonomisch-sachlich begründbare Konsequenz für die Entwicklung des bereinigten, auf den Maschineneinsatz bezogenen Kapitalkoeffizienten η.

Nach (16) entwickelt sich nämlich der Umfang des Maschinenbestandes allgemein gemäß des Ausdrucks

$$q_t = q_o \eta\,(t)\; N(t)\; W^{-1}(t) = q_o \eta\;(t)\; \psi\,(t)\; M(t).$$

Wegen der augenblicklich geltenden Voraussetzung muß aber in Verbindung mit den Ausführungen zum akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form auf Seite 229 auch die Gleichung $q_t = \beta_o u_o N(t)$ bestehen, wo u_o der Umfang des naturalökonomischen (realen) Mengenabsatzes zu Beginn der Beobachtung ist. Hieraus folgt einmal $q_o = \beta_o u_o$ in Übereinstimmung mit den Annahmen über das Verhalten des Ausnutzungsgrades $W(t)$ und der statistischen Maschineneffizienz $\psi(t)$ in $(t_a \ldots t_e)$ und dem hierzu links benachbarten Intervall $t_o \leqq t < t_a$.

Zum anderen ergibt sich aber $\eta(t) = W(t)$. D.h., zumindest in $t_o \leqq t < t_a$ und wenigstens in $t_e < t$ bleiben nach Voraussetzung diese beiden Relationen identisch konstant, während - u.U. vom Anfangs- und Endpunkt abgesehen - in $t_a \ldots t_e$ der bereinigte Kapitalkoeffizient und der Ausnutzungsgrad der Maschinen mit denselben Tempi vergrößert werden. Gerade wegen der identischen Gleichheit der prozentualen Zunahmen dieser beiden Strukturkoeffizienten im beiderseits nicht abgeschlossenen Intervall $(t_a \ldots t_e)$ kann somit in die-

sem Modell keine Übereinstimmung zwischen den Steigerungsraten des Nettoproduktes und der Maschinen-s t ü c k z a h l bestehen. Wenn etwa das Produkt $\gamma(t)W(t)$ stärker als der Index des Nettoproduktes $N(t)$ vergrößert wird, dann muß unter den momentan geltenden Bedingungen die Maschinenstückzahl absolut abnehmen. [1] Das bedeutet aber, daß bei Geltung der vorangestellten Annahmen - im Gegensatz zum Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form - in $t_a \ldots t_e$ der Umfang des Maschinenbestandes nicht nur durch den Erweiterungsfaktor $M(t)$ bestimmt wird, wobei außerdem $\dot{M}(t) \gtrless o$ sein kann. Der Maschinenbestand muß in diesem Falle auch qualitativ verbessert werden. Der Maßstab für diese qualitative Verbesserung des Maschinenbestandes kann aber in diesem Modell nur in dem Produkt $\gamma(t)W(t)$ gegeben sein, da einmal eine absolute Messung jedweden Qualitätsniveaus nicht möglich ist, [2] zum anderen keine anderen Relationen verfügbar sind und schließlich (16) die Entwicklung des Maschinenbestandes allgemeingültig beschreibt. Die durchschnittliche Qualität der Elemente des Maschinenbestandes nimmt damit unter den bestehenden Voraussetzungen um das $W(t)$-fache schneller zu als die statistische Effizienz der Maschinen bzw. der geleisteten Maschinenstunde. Anders ausgedrückt wird die Zunahme der statistischen Maschineneffizienz gegenüber der durchschnittlichen Qualitätsveränderung des Maschinenbestandes umso stärker beeinträchtigt, je besser der vorhandene Maschinenpark ausgenutzt wird, wenn

---

1) Der Kapitalkoeffizient ist gemäß (17) bzw. (19) auf den Umfang des Maschinenbestandes und nicht auf die Maschinenstückzahl bezogen

2) Peter, H., Einführung in die politische Ökonomie, a.a.O., S. 4o

unter den sonst geltenden Bedingungen die prozentualen Veränderungen des Umfanges des Maschinenbestandes und des Nettoproduktes übereinstimmen sollen. Diese wesentliche Aussage wird später ökonomisch-sachlich untermauert werden müssen.

Die Entwicklung der (induzierten) Neuinvestitionen ergibt sich in Verbindung mit (21) zu

$$N\dot{Y}_t = \dot{q}_t = \beta_o u_o \left[\dot{\psi}(t)M(t)W(t) + \psi(t)\dot{M}(t)W(t) + \psi(t)M(t)\cdot \dot{W}(t)\right]$$

$$= \beta_o u_o \quad \dot{N}(t).$$

Im Gegensatz zum Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form sind diese Neuinvestitionen keine reinen Erweiterungsinvestitionen im Sinne dieser Untersuchung [1], wie aus dem bisher Gesagten unmittelbar verständlich ist. Sie bilden damit nicht nur die Änderungsgeschwindigkeit der Maschinenstückzahl $\dot{M}(t)$ ab, sondern enthalten auch diejenige der durchschnittlichen Qualitätsverbesserung der einzelnen Elemente des Maschinenbestandes, die in diesem Modell wegen $\eta(t) \equiv W(t)$ und den Annahmen über $\psi(t)$ und $W(t)$ durch $\dot{\psi}(t)W(t) + \psi(t)\dot{W}(t) > o$ in $(t_a \ldots t_e)$ gegeben ist.

Die durch die Nachfrageexpansion induzierten Investitionen brauchen also nicht in jedem Falle reine Erweiterungsinvestitionen zu sein und sind es im allgemeinen auch nicht. Sie resultieren fast immer aus der Kombination von Erweiterungs- und Verbesserungsinvestitionen, wenn man unter den letztgenannten solche

1) Vgl. die Ausführungen unter 320 000 und insbesondere die Definition der reinen Erweiterungsinvestitionen (36).

Neuinvestitionen an Maschinen versteht, die zu einer Zunahme der Ökonomisch-technischen Ergiebigkeit des Maschinenbestandes führen. - Daraus wird - nebenbei gesagt - deutlich, daß die Unterscheidung zwischen Erweiterungs- und Verbesserungsinvestitionen in vielen Fällen erfolgversprechender und daher zweckmäßiger ist als die zwischen induzierten und autonomen Neuinvestitionen. In dieser Untersuchung werden daher die Neuinvestitionen gedanklich in Erweiterungs- und Verbesserungsinvestitionen aufgespaltet. -

Wegen der Annahme übereinstimmender Zuwachsraten des Brutto- und des Nettoproduktes, der Unterstellung qualitativer Invarianz der übrigen sachlichen Aufwandsströme, der Fiktion, daß die Verbesserung des Produktionsprozesses keine relative Ersparnis an diesen übrigen produktionsnotwendigen sachlichen Leistungsmengen zeitigt sowie der Verfügung einer Konstanz der Umschlagsperiode der Maschinen während der ganzen Dauer der Beobachtung müssen sich die Ersatzinvestitionen an Maschinen bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes im selben Tempo wie der Umfang des Maschinenbestandes entwickeln. Es ist daher wegen der zusätzlichen Bedingung einer Unveränderlichkeit der statistischen Effizienz und des Ausnutzungsgrades der Maschinen in $t_o \overset{\angle}{=} t \angle t_a$ in Verbindung mit den Ausführungen zum Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form

$$r_t = \alpha_o u_o \psi(t) M(t) W(t) = \alpha_o u_o N(t).$$

Auch die Höhe der Ersatzinvestitionen wird damit vom Ausmaß der durchschnittlichen qualitativen Verbesserung des Maschinenbestandes $\psi(t)W(t)$ mitbestimmt. Eine

qualitative Verbesserung der Maschinen bedeutet naturalökonomisch nämlich, daß die in einer neuen, besseren Maschine verkörperte vorgetane menschliche Arbeit entsprechend dieser qualitativen Verbesserung qualitativ und/oder quantitativ zunehmen muß. Dabei ist es unerheblich, auf welcher Produktionsstufe der Mehraufwand an lebendiger menschlicher Arbeit erfolgt. Infolgedessen steigt bei konstanter Umschlagsperiode auch der durchschnittliche Verschleiß je Maschine, der laufend in die erzeugten Produkte eingeht. Bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes müssen daher auch die durchschnittlichen Ersatzinvestitionen je Maschine expandieren. Variiert neben der Qualität noch die Stückzahl der Maschinen, finden also gleichzeitig Verbesserungs- und (i.w.S.) Erweiterungsinvestitionen statt, dann muß sich der Gesamtbetrag der aufzuwendenden Ersatzinvestitionen proportional zur relativen zeitlichen Veränderung der Maschinenstückzahl und proportional zur durchschnittlichen Qualitätsverbesserung des Maschinenbestandes entwickeln.

Da im ersten Teilabschnitt des Beobachtungszeitraumes, also im Intervall $t_o \leq t < t_a$, die Voraussetzungen dieses Modells mit denen übereinstimmen, die dem Akzelerationsprinzip in seiner einfachsten Form zugrunde liegen, kann (vgl. S. 231) wiederum $\beta_o = \tau_o \alpha_o$ gesetzt werden.

Damit ergeben sich die laufenden Bruttoinvestitionen in Verbindung mit (23) zu

$$Y_t = \alpha_o u_o \left\{ \tau_o \left[\dot{\psi}_{MW} + \psi_{MW} + \dot{\psi}_{MW} \right] + \psi_{MW} \right\} = \alpha_o u_o \cdot \left[\tau_o \dot{N}(t) + N(t) \right]$$

Im Teilintervall $t_o \leqq t < t_a$ ist ja $\dot{\psi}(t) \equiv \dot{M}(t) \equiv \dot{W}(t) \equiv o$ unterstellt. Infolgedessen ist hier $y_o \equiv r_o = \alpha_o u_o$.

Der auf den Zeitpunkt $t = t_o$ bzw. auf den Zeitpunkt $t = t_{a-o}$ basierte Index der Bruttoinvestitionen an Maschinen ist somit

$$J(t) = \frac{y_t}{y_o} = \tau_o[\dot{\psi}MW + \psi\dot{M}W + \psi M\dot{W}] + \psi MW = \tau_o\dot{N}(t) + N(t) > N(t)$$

$$= \psi(t)M(t)W(t).$$

Wegen der Bedingungen, denen die übrigen sachlichen Produktionsmittel und die Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenlager genügen müssen, ist auch $N(t) \equiv U(t)$, wenn mit $U(t)$ wiederum die relative zeitliche Veränderung des Mengenabsatzes bezeichnet wird.

Damit ist formal gezeigt, daß die Indices der Bruttoinvestitionen an Maschinen und des Nettoproduktes bzw. des Mengenabsatzes denselben Verlauf nehmen können wie unter der Voraussetzung einer Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form (vgl. Fig. 3), wenn die statistische Ergiebigkeit und der Ausnutzungsgrad der Maschinen in der Zeitspanne vergrößert werden, in welcher eine Nachfrageexpansion stattfindet, im übrigen aber dieselben Bedingungen gelten wie beim Beschleunigungstheorem in seiner einfachsten Form, und außerdem der Maschinenverschleiß kontinuierlich ersetzt wird.

Gleichzeitig ergibt sich im Zusammenhang mit diesem Nachweis die Gelegenheit, eine Funktion der Qualitätsveränderung der Maschinen formal einzuführen. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Qualitätsveränderung der Maschinen wie eine solche aller anderen Produktionsfaktoren als naturalökonomischer Begriff aufgefaßt

werden kann. Es liegt somit nahe, sie als Verhältnis der prozentualen Veränderungen des naturalökonomischen Umfanges des Maschinenbestandes und der Maschinenstückzahl zu definieren. Man kann also für die Qualitätsveränderung der Maschinen bzw. des Maschinenbestandes schreiben:

$$(101)\ \omega(t) = Q(t) \cdot M^{-1}(t) \quad \text{(vgl. (69))}$$

Aus (101) folgt in Verbindung mit (17) für die relative zeitliche Veränderung des bereinigten Kapitalkoeffizienten

$$(102)\ \eta(t) = \omega(t) \cdot \psi^{-1}(t)$$

und in Verbindung mit (19) für die relative zeitliche Veränderung des unbereinigten Kapitalkoeffizienten

$$(103)\ \varphi(t) = \omega(t)\, M(t)\, N^{-1}(t) = \omega(t)\psi^{-1}(t)\, W^{-1}(t),$$

wenn (5) und (6) zusätzlich berücksichtigt werden.

Ist - wie im gerade zu behandelnden Modell - speziell $\eta(t) \equiv W(t)$ für alle nicht genativen t, dann folgt aus (102)

$$\omega(t) \equiv \psi(t)W(t) \equiv N(t) \cdot M^{-1}(t) \quad \text{(vgl. (5) und (6))}$$

im selben Intervall. Damit ist in Verbindung mit den unmittelbar vorausgegangenen Ausführungen gezeigt, daß die Definitionsgleichung (101) durchaus zweckmäßig ist.

Der Zweck der Überlegungen an dieser Stelle der Untersuchung besteht jedoch darin, eine weitere Stütze der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes zu schaffen. Aus diesem Grunde

muß vor allem die wichtigste Schlußfolgerung, die aus dem Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes gezogen werden muß, nämlich die Übereinstimmung der prozentualen Veränderungen des bereinigten Kapitalkoeffizienten und des Ausnutzungsgrades der Maschinen ökonomisch-sachlich interpretiert werden. Hierfür erscheint es zweckmäßig, wieder die Isoliermethode anzuwenden, die bei der Stellung dieses Teilproblems vorübergehend verlassen wurde.

652 000 Variation des Ausgangsmodells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form

Ist $\eta(t) \equiv W(t)$, dann ergibt sich nach (18) eine identische Konstanz des von den Schwankungen des Ausnutzungsgrades unbereinigten, auf das in Maschinen gebundene Realkapital bezogenen Kapitalkoeffizienten $\varphi(t)$, der in der Literatur gemeinhin verwendet wird. Die formale Übereinstimmung dieser sich an einem speziell konstruierten Modell ergebenden Aussage mit dem Ergebnis von Untersuchungen, welche von W.G. Hoffmann [1] angestellt wurden, rechtfertigt es jedoch nicht, den Datenkranz dieses einfachen Modells als zur Erklärung der tatsächlichen Verhältnisse in einem einzigen Industriezweig ausreichend oder geeignet anzusehen. Einmal ist nämlich Hoffmanns Aussage langfristiger Natur. Sie

1) Hoffmann, W., G., Long-Term Growth and Capital Formation in Germany, in: The Theory of Capital, Hrsg. von Lutz, F. A., und Hague, D.C., London und New York 1961, S. 118 f.

schließt daher kurz- und mittelfristige Oszillationen des Strukturkoeffizienten $\varphi(t)$ durchaus ein. Demgegenüber sollen die Ansätze in dieser Arbeit auch die Erfassung und die Erklärung kurzfristiger Schwankungen der Relation $\varphi(t)$ ermöglichen. Zum anderen bezieht sich die Aussage Hoffmanns auf Volkswirtschaften insgesamt und nicht auf einzelne Industriezweige. Die Feststellung Hoffmanns, die den Charakter einer Aussage "auf die Dauer und im Durchschnitt" hat, kann daher in der Verfolgung des hier angestrebten Zielen nicht als Stütze dafür angesehen werden, daß die Unterstellungen des gerade behandelten Modells, die zu dem Ergebnis $\eta(t) \equiv W(t)$ bzw. $\varphi(t) \equiv 1$ führen, zur Erklärung der tatsächlichen Verhältnisse in einem einzigen Industriezweig während einer bestimmten, begrenzten Periode seiner Entwicklung zulässig sind. Man kommt somit nicht darumherum, die Modellaussage ökonomisch zu deuten. Hierzu ist es notwendig, die Bedingungen des Modells zunächst zu variieren und sie sodann in eine größere Übereinstimmung mit der Realität zu bringen.

652 100 $\omega(t) \equiv \psi(t)$

Wird in dem Modell der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form und des kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes der Ausnutzungsgrad der Maschinen vereinfachend als konstant vorausgesetzt $\left[W(t) = H_M(t)\, M^{-1}(t) \equiv 1\right]$, dann entspricht die Qualitätsverbesserung der Maschinen $\omega(t)$ genau der relativen zeitlichen Veränderung der (statistischen) Maschineneffizienz $\psi(t)$. Durch diese kann dann die qualitative Veränderung des Maschinenbestandes beschrieben werden. Wird zusätzlich ange-

nommen, daß die Maschinenstückzahl zeitinvariant bleibt $[M(t) \equiv 1]$, dann kann sich auch die Gesamtlaufzeit der eingesetzten Maschinen nicht verändern $[H_M(t) \equiv 1]$. Die Steigerung des Nettoproduktes und damit - unter den geltenden Bedingungen - auch die Zunahme des Mengenabsatzes ist dann ausschließlich von der Größe $\psi(t)$, also auch ausschließlich von der Qualitätsverbesserung der Maschinen $\omega(t)$ abhängig.

Da im Ausgangsmodell die Qualitäten aller übrigen sachlichen Produktionsmittel als unveränderlich angenommen sind und voraussetzungsgemäß die sich in der Variabilität von $\psi(t)$ niederschlagende Variation des Produktionsverfahrens keine relative Ersparnis an den eingesetzten Mengen dieser übrigen sachlichen Produktionsmittel gegenüber der ausgebrachten Gütermenge zeitigen kann, ist es möglich, eine Aussage über das Verhalten der Qualität der im Produktionsprozeß eingesetzten lebendigen menschlichen Arbeit zu machen. Ist nämlich die jeweilige Kombination der Produktionsfaktoren - wie unterstellt - optimal, dann kann sich neben den Qualitäten der übrigen sachlichen Produktionsmittel auch die Qualität der Arbeit der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten nicht verändern. Würde in diesem Falle die Qualität der Arbeit dieser Kategorie von Erwerbstätigen zunehmen bzw. sich mindern, dann müßte das Nettoprodukt schneller bzw. langsamer steigen als es der Verbesserung der Maschinenqualität entspricht. Da die Kombination der Produktionsfaktoren den produktionsbezogenen Teil der Unternehmerleistung, auf den es bei dieser naturalökonomisch angelegten Betrachtung allein ankommt, ausmacht, ist die Verbesserung der Faktorkombination, ausgelöst durch den Einsatz leistungsfähigerer Maschinen, allein diesem Teil der

Unternehmerleistung als qualitative Verbesserung zuzurechnen.

Beim weiteren Ausbau des Modells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form und des kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes sei aus Gründen der Vereinfachung der Überlegungen, aber auch in annähernder Übereinstimmung mit der Realität unterstellt, daß sich die Arbeitsqualität der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten in the short run nicht verändert. [1] Die Kombination der Faktoren durch die Unternehmer soll aber optimal erfolgen. Da eine Konstanz der Qualitäten der übrigen sachlichen Produktionsmittel angenommen ist, kann daher - aufgrund der sonstigen Rahmenbedingungen und der zusätzlich verfügten Zeitinvarianz des Ausnutzungsgrades und der Gesamtlaufzeit der Maschinen - das Nettoprodukt und mit ihm der Mengenausstoß nur vergrößert werden, wenn die Qualität der Maschinen verbessert wird. Worin aber besteht sachlich in diesem Falle

---

1) Geht man davon aus, daß in die Qualitätsveränderung der abhängigen Arbeit die Veränderung der Qualifikation und der Intensität dieser Arbeit eingeht, dann läßt sich die Annahme ihrer kurz- bis mittelfristigen Konstanz durch Plausibilitätsbetrachtung begründen. Die Qualifikation ist als Funktion des allgemeinen Bildungsniveaus, des Altersaufbaus und der fachlichen Ausbildung der Arbeitskräfte zu betrachten. Die Intensität der Arbeit steht im Zusammenhang mit der ethischen Grundeinstellung zur Arbeit, die wiederum u.a. vom Bildungsniveau abhängig ist, mit dem Altersaufbau und der physischen Leistungsfähigkeit der Arbeiter und damit auch mit der Volksgesundheit. Verändert sich die strukturelle Zusammensetzung der Arbeiterschaft in einem bestimmten Industriezweig nicht, dann ist nur mit einem sehr langsamen Anstieg der Arbeitsqualität zu rechnen. Ein solcher kann kurz- bis mittelfristig durch die Annahme einer Konstanz approximiert werden.

die Qualitätsverbesserung der Maschinen?

Aufgrund der gegebenen Bedingungen kann der Einsatz qualitativ besserer Maschinen zu keiner Ersparnis im Verbrauch der übrigen Sachgüter gegenüber dem Mengenausstoß führen. Wird weiter einschränkend unterstellt, daß auch das Arbeitsvolumen, also das Produkt aus der Anzahl der Arbeiter [1] und deren durchschnittlicher Arbeitszeit (vgl. (1)) sich nicht verändert und darüber hinaus die Anzahl der Arbeiter konstant bleibt, dann zeitigt die strukturelle Veränderung des Maschinenbestandes keinerlei wertesparenden Wirkungen. Die Qualitätsverbesserung der Maschinen kann nur darin bestehen, daß sie es - unter sonst gleichen Bedingungen - ermöglicht, mehr Güter in der Zeiteinheit herzustellen. Erfolgt die Kombination der Produktionsmittel optimal, dann werden in diesem Falle auch mehr Güter je geleisteter Maschinenstunde und je geleisteter Arbeiterstunde erzeugt. Es kann sich also in Anbetracht der geltenden Voraussetzungen nur um eine werteschaffende Qualitätsverbesserung der Maschinen handeln. Diese Wirkung läßt sich im Hinblick auf die Konstanz des Arbeitsvolumens und die Zeitinvarianz der Arbeitsqualität des Bedienungspersonals im weitesten Sinne nur dadurch erreichen, daß die qualitativ besseren, neuen Maschinen Verrichtungen zusätzlich ausüben, die bei den alten Maschinen vom Bedienungspersonal auszuführen waren. Die neuen Maschinen entlasten da-

---

1) Der Terminus Arbeiter kann unter der Bedingung einer Konstanz der Arbeitsqualität stellvertretend für die Gesamtheit der im Produktionsprozeß beschäftigten Arbeiter, Meister und Angestellten verwendet werden, da infolge dieser Voraussetzung eine Veränderung der Anteile dieser Gruppen ausgeschlossen ist.

durch die Arbeitskräfte von der Ausübung bestimmter Tätigkeiten. Es werden Arbeiterzeiten frei, die bei gleichbleibender Gesamtbelastung der Arbeiter anderweitig genutzt werden können. Auf diese Weise ist es möglich, die produktionsbedingten Maschinenstillstandszeiten, die statistisch ein Teil der Gesamtlaufzeit der Maschinen sind, zu reduzieren und den Ausstoß je geleisteter Maschinenstunde $\psi(t)$ zu erhöhen, ohne daß die Maschinen effektiv schneller, d.h. mit höherer Tourenzahl laufen. - Eine effektive Erhöhung der Tourenzahl der Maschinen steht dagegen im Widerspruch zu den Voraussetzungen, insbesondere zu den Bedingungen der Konstanz des Arbeitsvolumens und der Arbeitsqualität der Arbeiter. - Im gleichen Tempo wie $\psi(t)$ muß aber auch die statistische Ergiebigkeit der geleisteten Arbeiterstunde $\sigma(t)$ (vgl. (2)) zunehmen, obwohl sich die Arbeitsqualität der Arbeiter voraussetzungsgemäß nicht verändert. Werden die Produktionsmittel durch die Unternehmer optimal kombiniert und bleiben der Ausnutzungsgrad und die Stückzahl der Maschinen, das Arbeitsvolumen und die Qualität der Arbeit und die Anzahl der Arbeiter unverändert, dann muß somit die Zunahme der Maschineneffizienz $\psi(t)$ genau der Qualitätsverbesserung der Maschinen $\omega(t)$ und diese der statistischen Effizienz der geleisteten Arbeiterstunde $\sigma(t)$ entsprechen. In diesem Falle bleibt somit der bereinigte Kapitalkoeffizient η identisch konstant.

Die Qualitätsverbesserung der Maschinen im Sinne einer Zunahme ihres Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsgrades und die hieraus sich ergebende Möglichkeit einer teilweisen Entlastung des Bedienungspersonals mit der Folge einer Abnahme der produktionsbedingten Maschinenstillstandszeiten bei konstant bleibender Gesamt-

belastung der Arbeiter ist unter den momentanen Bedingungen das einzige Mittel einer Verbesserung des Produktionsverfahrens. Würden nämlich die Unternehmer die durch die beschriebene Qualitätsverbesserung der Maschinen frei werdenden Arbeiterzeiten - anstatt sie zu einer Senkung der Maschinenstillstandszeiten zu verwenden - zu einer Vergrößerung der Maschinenzuteilung benutzen, dann müßte bei gleichbleibendem Ausnutzungsgrad und unveränderter Stückzahl der Maschinen das Arbeitsvolumen, d.h. die Anzahl der Arbeiter vermindert werden. Da die freiwerdenden Arbeiterzeiten vollständig auf die Vergrößerung der Maschinenzuteilung verwendet werden müßten - die Faktorkombination soll ja optimal sein -, könnte die statistische Effizienz der Maschinen nicht steigen. Infolgedessen müßte auch das Nettoprodukt konstant bleiben, was zu einem Widerspruch zu den Voraussetzungen führen würde.

652 200 $\omega(t) \equiv W(t)$

Werden Arbeitsvolumen, Anzahl und Arbeitsqualität der Arbeiter sowie Stückzahl der vorhandenen Maschinen konstant gehalten, dann ist - wählen die Unternehmer die Variante einer Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte (vgl. (7)) -, eine Zunahme des Nettoproduktes über den Einsatz qualitativ besserer Maschinen im beschriebenen Sinne nur möglich, wenn der Ausnutzungsgrad der Maschinen erweitert wird. Bleibt außerdem der Beschäftigungsgrad der Maschinen $\Delta(t)$ (vgl. (3)) zeitinvariant, dann ist eine Vergrößerung des Ausnutzungsgrades der verbesserten Maschinen nur über eine Verlängerung ihrer durchschnittlichen Laufzeit $H_M(t)$ (vgl. (4)) und damit nur über eine Erweite-

rung des Schichtbetriebes (vgl. (14)) möglich. Erfolgt die Kombination der Produktionsmittel optimal, dann müssen die Zuwachsraten der Maschinenzuteilung, des Schichtbetriebes, also des Ausnutzungsgrades der Maschinen und des Nettoproduktes mit der Qualitätsverbesserung der Maschinen übereinstimmen. Die statistische Maschineneffizienz bleibt dagegen zeitinvariant, da die Qualitätsverbesserung der Maschinen vollständig auf die Vergrößerung der Maschinenzuteilung verwendet wird.- Die Gesamtzahl der von den Maschinen gefahrenen Touren und damit der physische Verschleiß der Maschinen nimmt in der gerade behandelten Modellvariante im selben Ausmaß zu wie in der zuvor diskutierten einer ausschließlichen Redizierung der Maschinenstillstandszeiten. In dieser entwickelt sich die Tourenzahl wie der Kehrwert der Abnahme der Maschinenstillstandszeiten; in jener steigt sie in Übereinstimmung mit der Verlängerung der durchschnittlichen Laufzeit je Maschine. Beide Wirkungen sind auf die gleiche Ursache, nämlich auf die werteschaffende Qualitätsverbesserung der Maschinen durch Vergrößerung ihres Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsgrades um den Betrag $\omega(t) \equiv N$ zurückzuführen. Infolgedessen und wegen des in beiden Varianten sinnvoll unterstellbaren gleichen moralischen Verschleißes sind daher übereinstimmende Zuwachsraten der Ersatzinvestitionen an Maschinen in beiden Modellvarianten gerechtfertigt.

652 300 $\omega(t) \equiv \psi(t)\ W(t)$

Mit diesen beiden Modellvarianten ist gezeigt, daß das Ausgangsmodell der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form eine formale,

aber auch ökonomisch-sachlich deutbare Übereinstimmung der Verbesserungsfunktionen der Maschinen $\omega(t)$ sowohl mit der Zunahme der statistischen Ergiebigkeit $\psi(t)$ wie mit der Steigerung des Ausnutzungsgrades der Maschinen $W(t)$, also auch derjenigen des bereinigten Kapitalkoeffizienten $\eta(t)$ zuläßt. Jede der beiden Varianten stellt eine der beiden einzigen sich dem Unternehmer innerhalb der sonstigen beschränkenden Bedingungen bietenden Möglichkeiten des Einsatzes seiner Produktionsmittel dar, wenn das Nettoprodukt und der Mengenausstoß vergrößert werden sollen. Infolgedessen ist auch die Kombination dieser beiden Modellvarianten, die Kombination der Aktionsparameter des Unternehmers, sinnvoll. Man kann sogar den Standpunkt vertreten, daß eine solche Kombination einen Schritt hin zur Erfassung der Wirtschaftswirklichkeit darstellt. Es ist nämlich nicht ohne weiteres anzunehmen, daß sämtliche Unternehmer unter den sonst gesetzten Prämissen bei der neuen Kombination ihrer Produktionsmittel, die durch den Einsatz qualitativ besserer Maschinen im beschriebenen Sinne notwendig wird, [1] auf ausschließlich die eine oder die andere Art reagieren bzw. reagieren können, wenn sie - durch einen Zuwachs der Nachfrage veranlaßt - sich gezwungen sehen, ihre Ausbringung zu steigern.

Bei der Kombination dieser beiden Varianten ist zu beachten, daß dieselben - von den Rahmenbedingungen des Ausgangsmodells des Akzlerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form abgesehen - die Voraussetzungen der Konstanz des Arbeitsvolumens, der Anzahl und der

---

1) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. 1, Berlin, Göttingen, Heidelberg, S. 216

durchschnittlichen Arbeitszeit aber auch der Arbeitsqualität der Arbeiter sowie die Prämissen der Zeitinvarianz der Anzahl der im Betrieb befindlichen und der eingesetzten Maschinen und somit auch des Beschäftigungsgrades der Maschinen gemeinsam haben. Werden die beiden Modellvarianten kombiniert, also eine Veränderung der statistischen Ergiebigkeit $\psi(t)$ u n d eine solche des Ausnutzungsgrades der Maschinen W(t) - letztere über eine Verlängerung deren durchschnittlicher Laufzeit $H_M(t)$ bzw. über eine Erweiterung des Schichtbetriebs S(t) - zugelassen, dann bedeutet dies, daß die durch den Einsatz qualitativ besserer Maschinen im beschriebenen Sinne frei werdenden Arbeiterzeiten auf die Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten u n d auf die Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeiter verwendet werden. Wegen der Konstanz des Arbeitsvolumens ist (vgl. (2)) $N(t) = \sigma(t)$ und wegen der Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten und der Verlängerung der Laufzeit je Maschine ist $N(t) = \psi(t) \cdot \bar{H}_M(t)$ mit $\bar{H}_M(t) = W(t)$ (vgl. (6) bzw. (5)). Das auslösende Moment, das zu einer Steigerung des Nettoproduktes führt, ist aber wiederum allein die qualitative Verbesserung der Maschinen: $\omega(t) = N(t)$. Infolgedessen ist auch $\omega(t) = \psi(t)W(t) = \psi(t)\,\eta(t) = \sigma(t)$.

Es kann somit festgehalten werden, daß bei Geltung der Rahmenbedingungen des Ausgangsmodells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form und bei Verwendung neuer Maschinen im beschriebenen Sinne sich die Qualität der Maschinen $\omega(t)$ in Übereinstimmung mit der statistischen Ergiebigkeit der geleisteten A r b e i t e r s t u n d e $\sigma(t)$ entwikkelt, wenn die Arbeitsqualität, die Anzahl, die durchschnittliche Arbeitszeit und die Belastung der Arbeiter, aber auch die Anzahl der vorhandenen Maschinen

und deren Beschäftigungsgrad unverändert bleiben und gleichzeitig die Kombination aller Produktionsfaktoren opitmal erfolgt. In diesem Falle entwickelt sich auch der relative bereinigte Kapitalkoeffizient $\eta(t)$ in Übereinstimmung mit der prozentualen Veränderung des Ausnutzungsgrades der Maschinen W(t).

Hieraus folgt einmal, daß die Aussagefähigkeit der Relation $\sigma(t)$ - der sogenannten arbeitsbezogenen Produktivität - im Hinblick auf die Erfassung der Arbeitsproduktivität der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten sehr begrenzt ist.

Zum anderen ist festzustellen, daß die beiden, dem Unternehmer unter den gegebenen Bedingungen allein zur Verfügung stehenden Aktionsparameter z u r V e r b e s s e r u n g des Produktionsverfahrens, die Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten und die Vergrößerung der Maschinenzuteilung jeweils über den Einsatz entsprechend besserer Maschinen, in einem multiplikativen Zusammenhang stehen. Man wird somit vermuten dürfen, daß auch zumindest alle anderen Maßnahmen der Unternehmer, die zu einer Verbesserung des Produktionsverfahrens im werteschaffenden Sinne ($\dot{\sigma}(t) > o$ für alle nicht negativen t) führen, multiplikativ verknüpft sind. Außerdem muß die Änderung des Produktionsverfahrens unter den momentan geltenden Prämissen ausschließlich den Unternehmern als qualitative Verbesserung ihrer auf den Produktionsprozeß bezogenen Arbeit zugerechnet werden. Das bedeutet zugleich, daß die Qualitätsverbesserung dieser Arbeit - unter den gerade bestehenden Voraussetzungen - mit dem Produkt $\psi(t) \cdot \xi(t) = \sigma(t)$) (vgl. (11) und (13) in Verbindung mit den geltenden Bedingungen) zunehmen muß. Damit wird jedoch nicht behauptet, daß sich die Qualität

dieser Arbeitsart genau in Übereinstimmung mit der Relation $\sigma(t)$ entwickelt.

653 000 Weiterer Ausbau des Modells der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form und gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes

Dem Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form, das den bisherigen Überlegungen zugrunde liegt, haftet noch ein solch hoher Grad an Abstraktion an, daß es kaum erfolgversprechend auf die Realität des Wirtschaftsablaufs eines einzigen Industriezweigs angewandt werden kann. Insbesondere setzt es voraus, daß der Maschinenbestand und mit ihm das Produktionsverfahren lediglich verbessert wird. In der Wirtschaftswirklichkeit geht aber eine Verbesserung meistens Hand in Hand mit einer Erweiterung des Maschinenbestandes und des Produktionsverfahrens, wobei unter Erweiterung sowohl eine Vergrößerung wie eine Minderung der Maschinenstückzahl gleicher Art, also auch gleichbleibender Leistungsfähigkeit zu verstehen ist. Aus diesem Grunde wird nunmehr - unter sinngemäßer Beibehaltung der sonstigen Bedingungen - eine Veränderung der Maschinenstückzahl zugelassen. Dies bedingt jedoch, daß - wie nach dem vorausgegangenen unmittelbar verständlich - im allgemeinen sich auch das Arbeitsvolumen, also das Produkt aus der Anzahl der Arbeiter und deren durchschnittlicher Arbeitszeit im Zeitauflauf verändern muß.

Diese Kombination von Erweiterung und Verbesserung des Maschinenbestandes und des Produktionsverfahrens be-

deutet nun, daß die Unternehmer im Hinblick auf die Anpassung der Kapazität ihres Maschinenbestandes an die Nachfrageexpansion einen weiteren Aktionsparameter zur Verfügung haben. Aus dem Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form ergibt sich ja, daß die dort beschriebene qualitative Verbesserung der Maschinen bei gleichbleibender Maschinenstückzahl und konstantem Arbeitsvolumen über eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung eine Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen und über eine Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten eine Verbesserung der statistischen Maschineneffizienz ermöglicht. Varieren zusätzlich Maschinenstückzahl und Arbeitsvolumen, dann kann - abgesehen vom Kapazitätseffekt der Erweiterungsinvestitionen - darüber hinaus noch eine originäre, d.h. unabhängig von der qualitativen Veränderung der Maschinen erfolgende Verbesserung ihres Ausnutzungsgrades vorgenommen werden. Diese originäre Verbesserung des Ausnutzungsgrades $\bar{W}(t)$ läßt sich definieren als Quotient aus den relativen zeitlichen Veränderungen des Arbeitsvolumens $H_A(t)$ und der Stückzahl der vorhandenen Maschinen $M(t)$. Man kann also für diese schreiben:

$$\bar{W}(t) = H_A(t) \cdot M^{-1}(t).$$

In diesem Falle ergibt sich die aus dem Einsatz besserer Maschinen abgeleitete Verbesserung ihres Ausnutzungsgrades $W_\omega(t)$ zu:

$$W_\omega(t) = W(t) \cdot \bar{W}^{-1}(t) = H_M(t) \cdot H_A^{-1}(t) = \xi(t), \text{ wenn}$$

(5) und (11) berücksichtigt werden.

Die derivative Verbesserung des Ausnutzungsgrades ist also bei dieser Modifizierung des Ausgangsmodells in Übereinstimmung mit den bisherigen Überlegungen identisch mit der Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte bei konstanter Qualität der Arbeit der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten.

Die Verbesserungsfunktion der Maschinen ergibt sich dann zu:

$\omega(t) = \psi(t) \cdot w_{\omega}(t) = \psi(t) \cdot \xi(t) = \sigma(t)$, wenn wiederum (11) beachtet wird.

Auch diese Aussage befindet sich im Einklang mit den bisherigen Überlegungen. Einmal kann nämlich die originäre Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen $\bar{w}(t)$ als Maßnahme der Unternehmer, das Produktionsverfahren zu erweitern, genauso wenig einen Einfluß auf die Verbesserungsfunktion der Maschinen haben wie die reine Erweiterung der Maschinenstückzahl bei konstantem Ausnutzungsgrad. Dies ist schon unter 320 000 gezeigt. Zum anderen kann sich - unter den gegebenen Bedingungen - die qualitative Verbesserung der Maschinen nur in einer Reduzierung der Maschinenstillstandszeiten und/oder in einer Vergrößerung der Maschinenzuteilung niederschlagen. Daraus folgt aber auch - wiederum in Übereinstimmung mit den unter 320 000 angestellten Betrachtungen -, daß auch durch eine originäre Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen die Qualität der produktionsbezogenen, werteschaffenden Unternehmerleistung nicht beeinflußt wird. Wie im Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form läßt sich damit die Verbesserung der Maschinen durch die Zunahme der statistischen Ergiebigkeit der geleisteten Arbeiterstunde beschreiben, welche

allein auf die von den Unternehmern durchgeführte neue Faktorkombination zurückzuführen ist.

Gemäß (102) ist aber auch $\omega(t) = \eta(t)\,\psi(t)$.

Infolgedessen entwickelt sich der bereinigte Kapitalkoeffizient in diesem Falle im selben Maße wie die Maschinenzuteilung und damit auch in Übereinstimmung mit der derivativen Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen $W_\omega(t) \cdot \eta(t) = \sigma(t)\psi^{-1}(t) = \xi(t) = W_\omega(t)$.

Verändern sich Maschinenstückzahl und Arbeitsvolumen mit ungleichen Steigerungsraten, ist also der originäre Ausnutzungsgrad der Maschinen W(t) variabel, dann besteht keine übereinstimmende Entwicklung mehr zwischen bereinigtem Kapitalkoeffizienten und totalem Ausnutzungsgrad der Maschinen W(t). Damit wird in diesem Falle eine wesentliche Aussage des Ausgangsmodells des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form hinfällig. Dies wirkt sich notwendig auch auf den unbereinigten Kapitalkoeffizienten aus. Für diesen ergibt sich dann nämlich in Verbindung mit (18):

$$\varphi(t) = \eta(t) \cdot W^{-1}(t) = \xi(t)\, W^{-1}(t) = \frac{H_M(t)}{H_A(t)} \cdot \frac{M(t)}{H_M(t)} = \frac{1}{W(t)}$$

(vgl. (11) und (5)).

Der unbereinigte Kapitalkoeffizient entwickelt sich daher umgekehrt proportional zum originären Ausnutzungsgrad der Maschinen, wie es nach den Ausführungen unter 320 000 (vgl. insbesondere Tab. 1, Spalte 3) nicht anders zu erwarten ist.

Berücksichtigt man die Definitionsgleichung der Verbesserungsfunktion der Maschinen (101) und die auch in dieser Modellvariante geltende Übereinstimmung dieser Ver-

besserungsfunktion mit der Zunahme der statistischen Ergiebigkeit der geleisteten Arbeiterstunde, dann folgt für die relative zeitliche Veränderung des Umfanges des Maschinenparks:

$$Q(t) = \omega(t)\, M(t) = \sigma(t)\, M(t).$$

Das bedeutet, daß numehr - wenn nicht zufällig $M(t) \equiv H_A(t)$ und damit $\overline{W}(t) \equiv 1$ ist - Nettoprodukt (vgl. (2)) und Umfang des Maschinenbestandes mit ungleichen Steigerungsraten vergrößert werden. Dabei wird das Wachstumsgefälle zwischen ihnen ausschließlich durch die originäre Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen ausgelöst. Dies ist leicht einzusehen, insbesondere wenn in Verbindung mit (17) berücksichtigt wird, daß unter den augenblicklich geltenden Bedingungen $\eta(t) \equiv W_\omega(t)$ besteht.

Wird unter Beachtung der Vereinbarung, jeweils nur eine Bedingung zu variieren, [1] im Einklang mit den Prämissen des Ausgangsmodells angenommen, daß sich die sachlichen Aufwendungen im selben Tempo wie das Nettoprodukt entwickeln, dann muß auch der Maschinenverschleiß im selben Maße zunehmen wie der Mengenausstoß und damit - wegen der Unterstellung einer qualitativen Kon-

---

1) Wenn unmittelbar zuvor eine gleichzeitige Veränderung von Maschinenstückzahl und Arbeitsvolumen zugelassen wurden, so bedeutet dies keinen Verstoß gegen diese Vereinbarung, weil im allgemeinen mit der Veränderung der Maschinenstückzahl auch eine solche der Anzahl der Arbeiter verbunden ist. Über das Verhältnis der Änderungsgeschwindigkeiten dieser beiden statistischen Massen können keine einschränkenden Annahmen gemacht werden.

stanz der Fertigerzeugnisse - auch die eigene Leistung des betrachteten Industriezweigs. Bei kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes kann daher für $M(t) \neq H_A(t)$ gemäß (27) die Umschlagsperiode der Maschinen nicht mehr zeitinvariant sein. Es ist dann

$$T(t) = \frac{Q(t)}{R(t)} = \frac{Q(t)}{N(t)} = \frac{\sigma(t)M(t)}{\sigma(t)H_A(t)} = \frac{1}{w(t)} = \varphi(t).$$

Auch diese Aussage befindet sich in Übereinstimmung mit den Überlegungen zum Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes und mit denjenigen, die unter 322 000 zum Modell der Erweiterung des Produktionsverfahrens angestellt sind.

Diese Beziehungen reichen aus, um bei Geltung der Bedingungen dieses erweiterten Modells zunächst für jeden beliebigen Zeitpunkt der Expansionsphase der Nachfrage die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen zu ermitteln, wenn die Entwicklung des Nettoproduktes, der Bruttoinvestitionen an Maschinen, der Maschinenstückzahl und der statistischen Ergiebigkeit der im Produktionsprozeß eingesetzten abhängigen Arbeit bekannt sind. Wegen (21) sind in diesem Falle nämlich die Neuinvestitionen an Maschinen

$$_N y_t = q_o \left[\dot{\sigma}(t)\, M(t) + \sigma(t)\, \dot{M}(t) \right] .$$

Infolgedessen und wegen $R(t) \equiv N(t)$ ergibt sich für den auf einen beliebigen Zeitpunkt im Innern des Intervalls $t_a \ldots t_e$, in welchem die Nachfrage zunimmt, basierten Index der Bruttoinvestitionen

$$J(t)=\frac{1}{\tau_o[\dot{\sigma}(o)+\dot{M}(o)]+1}\left\{\tau_o[\dot{\sigma}(t)\,M(t)+\sigma(t)\,\dot{M}(t)]+N(t)\right\},$$

wenn (23), (27) und sinngemäß (3o) beachtet wird.

Hieraus folgt nach Umformung und Übergang zum Grenzwert im Basiszeitpunkt

$$\tau_o=\frac{\dot{N}(o)-\dot{J}(o)}{[\dot{\sigma}(o)+\dot{M}(o)]\,\dot{J}(o)-[\ddot{\sigma}(o)+2\,\dot{\sigma}(o)\dot{M}(o)+\ddot{M}(o)]}.$$

In Verbindung mit (3o) und $\varphi(t)=\sigma(t)\,M(t)$ ist dann aber auch der Umfang des Maschinenbestandes innerhalb des ganzen Beobachtungszeitraumes bekannt.

Damit soll die Erörterung des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes abgebrochen werden. Diese insoweit behandelte Modellgruppe ist - abgesehen von der Konstanz der Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenlager - einmal dadurch gekennzeichnet, daß das Produktionsverfahren allein durch den Einsatz besserer Maschinen verändert wird und die Kombination der Produktionsfaktoren optimal erfolgt. Es bleiben also die Qualität aller übrigen in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme - insbesondere auch diejenige der abhängigen lebendigen Arbeit - wie die

Qualität der erzeugten Produkte konstant. [1] Zum anderen ist die Modellgruppe dadurch charakterisiert, daß Nettoprodukt - also Mengenausstoß - und Maschinenverschleiß und damit Ersatzinvestitionen an Maschinen im selben Tempo zunehmen. - Bei Qualitätsverbesserung der Maschinen handelt es sich ausschließlich um eine solche werteschaffender Art. Sie findet ihren Ausdruck darin, daß unter sonst gleichbleibenden Bedingungen die Gütererstellung je geleisteter Arbeiterstunde zunimmt. Eine wertesparende Qualitätsverbesserung der Maschinen, die zu einer relativen Ersparnis im Sachgüteraufwand - lediglich durch den Einsatz anderer Maschinen bedingt - gegenüber der ausgebrachten Gütermenge und ihrem Qualitätsniveau führt, ist dagegen nicht zugelassen. Ihre Einführung und Messung sowie die Erfassung der werteschaffenden Qualitätsveränderung der Maschinen für den Fall, daß sich auch die Qualitäten der übrigen personellen und sachlichen Aufwendungen verändern und noch andere Arten von qualitativen Verbesserungen der produktionsbezogenen Unternehmerleistung auftreten, ist an dieser Stelle ausgeschlossen.

---

1) "Technischer Fortschritt liegt nicht nur dann vor, wenn sich das qualitative Niveau der Produktionsfaktoren erhöht (worunter selbstverständlich auch der Fall des Einsatzes ganz neuer Produktionsmittel zu subsummieren ist), sondern auch dann, wenn mit den bisherigen Faktoren die Anwendung neuer Verfahren oder die Herstellung neuer Produkte möglich wird. Andererseits ist technischer Fortschritt wiederum nicht so weit zu fassen, daß darunter etwa alle "Durchsetzungen neuer Kombinationen" im Sinne Schumpeters zu verstehen wären." - Walter, H., Technischer Fortsdhritt und Faktorsubstitution, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 175, Stuttgart 1963, S. 97, Fußnote 1).

660 000 Die approximative Ermittlung der mittleren Umschlagsperiode der Webstühle in der westdeutschen Textilindustrie aus dem Wirkzusammenhang der wichtigsten, in den Produktionsprozeß einmündenden Leistungsströme

Unter 640 000 ist die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen der westdeutschen Webereien auf der Grundlage des Akzelerationsprinzips in seiner einfachsten Form bei gleichzeitig kontinuierlichem Ersatz des Maschinenverschleißes unter Berücksichtigung der Reaktionszeit der Unternehmer über die Auftragseingänge der Webereien und ihre Auftragsvergabe an die Webereimaschinenindustrie für 1955 ermittelt worden. Dieses Vorgehen war deshalb möglich, weil zuvor der Nachweis erbracht werden konnte, daß für die Textilindustrie der Industrieländer autonome Neuinvestitionen nahezu vollständig ausscheiden. Es ergab sich, daß die so errechnete mittlere Umschlagsperiode der Maschinen ausreichend gut mit den Annahmen der Wirtschaftspraxis und der Finanzverwaltung über die Länge der Nutzungsdauern der einzelnen Arten von Webereimaschinen übereinstimmt. Dieses Ergebnis war als Stütze dafür angesehen worden, daß das Anlegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise zur Beurteilung der Investitionsverhältnisse und damit zur Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes in der westdeutschen Textilindustrie zulässig ist. Es wurde jedoch nicht verkannt, daß diesem als hinreichend gelungen zu betrachtenden Versuch einer Rechtfertigung der Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes der Makel zufälliger Übereinstimmung anhaftet. Um ihn auszuräumen, erschien es zweckmäßig die mittlere Umschlagsperiode noch auf einem anderen Wege, nämlich aus dem tatsächlichen Wirkzusammenhang der wichtigsten in den Produktionsprozeß ein-

mündenden Leistungsströme für eine dem ersten Rechtfertigungsversuch zugrunde gelegten Zeitintervall unmittelbar benachbarte Beobachtungsperiode zu berechnen. Hierfür war es erforderlich, den Grad der Abstraktion, der bis dahin den Überlegungen anhaftete, zu reduzieren, also das Modell der Wirksamkeit des Akzelerationsprinzips in größere Übereinstimmung mit der Wirtschaftswirklichkeit zu bringen. Insbesondere wurde eine werteschaffende Qualitätsverbesserung der Maschinen, eine Verbesserung ihres Ausnutzungsgrades, eine Veränderung ihrer Stückzahl und eine Variabilität des Arbeitsvolumens zugelassen, an der Fiktion aber festgehalten, daß sich die Qualitäten der übrigen personellen und sachlichen Aufwendungen für den Produktionsprozeß ebensowenig während der Nachfrageexpansion ändern wie die Qualität der erzeugten Produkte. Nachdem es unter diesen Einschränkungen gelungen ist, die mittlere Umschlagsperiode der Maschinen formal zu ermitteln, kann nunmehr ihre numerische Berechnung versucht werden.

Als Beobachtungsperiode werden die Jahre 1953 und 1954 gewählt, weil für diese Zeitspanne - wie schon erwähnt - begründet angenommen werden kann, daß sich der Übergang zu Produktionsmethoden höheren Niveaus in der Weberei auf breiter Basis erst in seinem Anfangsstadium befindet. Dies gilt vor allem für den eigentlichen Prozeß des Webens. Einmal nämlich haben Verbesserungen technischer Art in der Abteilung Weberei aus Kostengründen solche in der Garnvorbereitung, also im sogenannten Webereivorwerk zur Voraussetzung. [1] Zum anderen ist bei den Vorbereitungsmaschinen der relativ ausgeprägte

---

1) Vgl. Terrahe, E., Möglichkeiten und Grenzen einer Rationalisierung und Automatisierung in der westdeutschen Baumwollrohweberei, Köln und Opladen 1961, S. 14

technische Fortschritt vergleichsweise gut übersehbar. [1]

Schließlich aber ist es auch für kapitalschwache Firmen möglich, Verbesserungsinvestitionen in der Webereivorbereitung vorzunehmen, weil die Anschaffungskosten der Vorberietungsmaschinen gegenüber denen der Webaggregate niedrig sind. [2]

Aus diesen Gründen soll die Berechnung der mittleren Umschlagsperiode in der genannten Zeitspanne auf diejenige der Webstühle und Webmaschinen beschränkt werden. Die Bedingung übereinstimmender Zuwachsraten von Nettoprodukt bzw. Mengenausstoß und Ersatzinvestitionen an Maschinen ist nämlich im allgemeinen nur sinnvoll unterstellbar, wenn der Einfluß des moralischen Verschleißes auf die Nutzungsdauer der Maschinen nicht berücksichtigt zu werden braucht bzw. der moralische Verschleiß von den Unternehmern infolge der Unsicherheit über die künftige Entwicklung bei den Investitionsentscheidungen nicht in Ansatz gebracht wird oder werden kann.

Bevor nun der unter 653 ooo hergeleitete Ausdruck zur Messung der Umschlagsperiode der Maschinen in den Weberei-Abteilungen der westdeutschen Textilindustrie angewandt werden kann, muß noch geprüft werden, ob die Bedingungen, auf denen er beruht, wenigstens näherungsweise in der gewählten Beobachtungsperiode erfüllt sind. Dazu reicht es aus, sich mit den entsprechenden, wenn notwendig preisbereinigten Indexzahlen für 1954 zu begnügen, die auf dem Jahr 1953 basiert sind und gemäß der vereinbarten Normierung daselbst den Betrag eines annehmen.

---

1) Vgl. Kindermann, H., a.a.O., S. 46
2) Vgl. Kindermann, H., a.a.O., S. 46

Tabelle II — Die relative Entwicklung der zur Schätzung der Umschlagsperiode der Webaggregate verfügbaren Daten (Basis 1953 = 1)

Punkt- bzw. Streckenmasse		
Versandwerte (preisbereinigt)[1]	1,0000	1,0420
Nettoprodukt[2]	1,0000	1,0414
Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenlager[3]	1,0000	1,0000
Bruttoinvestitionen an Maschinen (preisbereinigt)[4]	1,0000	1,01925
Anzahl der im Jahresdurchschnitt betriebsbereiten Webaggregate[1]	1,0000	0,9821
geleistete Webstuhlstunden[1]	1,0000	1,0071
Anzahl der Arbeiter (ohne solche in den Betriebsveredlungsabteilungen)[1]	1,0000	1,0037
totaler Ausnutzungsgrad der Webstühle	1,0000	1,0255
statistische Effizienz der Webstühle	1,0000	1,0341

1) Textilfachstatistik GmbH., Die Textilindustrie der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt 1953 und 1954. Die Preisbereinigung erfolgt mit Hilfe des Index der Erzeugerpreise für Meterware; Stat. Bundesamt, Stat. Berichte, Arb.-Nr. VI/6

2) Berechnet über den von der Textilfachstatistik GmbH., a.a.O., ausgewiesenen Garnverbrauch der Webereien und den vom Stat. Bundesamt mitgeteilten Gewichten der einzelnen Betriebsarten gemäß der Brutto- und Nettoproduktionswerterhebung von 1950. Vgl. Stat. Bundesamt, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 8, Neuberechnung des Index der industriellen Nettoproduktion, Stuttgart 1956, S. 9, 13, 92 und

Rott, W., Wandlungen im Rohstoffeinsatz der westdeutschen Textilindustrie in: Textildienst der For-

schungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Nr. 1/2, Münster 1962, S. 39 f.

3) Vgl. Hoffarth, K., a.a.O., S. 67

4) Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten E.V., Die Lage des Maschinenbaus in den Jahren 1953 und 1954 in Verbindung mit der Außenhandelsstatistik. Zur Preisbereinigung vgl. Kurth, W., a.a.O., S. 6o

Aus Tabelle II ist zu ersehen, daß der an den preisbereinigten Versandwerten gemessene Mengenabsatz der Webereistufe der westdeutschen Textilindustrie in der gewählten Beobachtungsperiode expandiert. Außerdem nehmen daselbst Nettoprodukt und Mengenabsatz mit nahezu denselben Raten zu. Da die Umschlagshäufigkeit der Fertigwarenlager 1954 unverändert bleibt, entwickeln sich reales Bruttoprodukt und Mengenabsatz im gleichen Tempo. Damit ist auch eine weitgehende Übereinstimmung der Steigerung von Brutto- und Nettoprodukt gegeben. D.h. aber, daß der Bedingung gleicher Zuwachsraten von Nettoprodukt und sachlichen, in den Produktionsprozeß eingehenden Aufwendungen nahezu vollständig Genüge getan ist. Infolgedessen kann in der Beobachtungsperiode auch die Unterstellung einer gleichmäßigen Entwicklung von Nettoprodukt und Maschinenverschleiß als hinreichend abgesichert gelten. Auch die Prämisse einer Konstanz der Qualitäten der Fertigerzeugnisse wird in der betrachteten Zeitspanne durch die Erfahrung mit großer Sicherheit gestützt. Einmal befindet sich der Übergang zu Produktionsverfahren höheren Niveaus in der beobachteten Periode - wie gesagt - noch in seinem Anfangsstadium. Zum anderen ist der kriegsbedingte textile Nachholbedarf der privaten Haushaltungen erst von der Jahresmitte 1956 an gedeckt, so daß 1954 mit einer von den Verbraucherwünschen ausgehenden qualitativen Verbesserung der Fertigprodukte noch nicht zu rechnen ist. Schließlich ändert sich im Jahre 1954 die Rohstoffstruktur der Webereistufe, die sich in den dieser Zeitspanne vorausgehenden und nachfolgenden Jahren beachtlich verschiebt, nicht. [1)]

1) Rott, W., Wandlungen im Rohstoffeinsatz der westdeutschen Textilindustrie, in Textildienst der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Münster 1962, S. 67, 68

Im Gegensatz zu diesem Bedingungen, die auch im Ausgangsmodell des Akzelerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form erfüllt sein müssen, werden dagegen statistische Effizienz und Ausnutzungsgrad der stückzahlmäßig abnehmenden Maschinen verbessert. Es ist daher zu vermuten, daß neben einer originären Verbesserung auch eine derivative, sich aus der Qualitätsverbesserung der Maschinen ergebende Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen, eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte stattfindet, zumal die Anzahl der Arbeiter geringfügig zunimmt. Infolgedessen kann nicht damit gerechnet werden, daß die Umschlagsperiode der Maschinen konstant bleibt.

Damit sind die Prämissen weitgehend erfüllt, die dem Modell eines weiteren Ausbaus des Akzlerationsprinzips in seiner weniger einfachen Form unter 642 300 zugrundeliegen. Eine grobe Abschätzung der mittleren Umschlagsperiode der Webaggregate der westdeutschen Textilindustrie aus dem Wirkzusammenhang der wichtigsten, in den Produktionsprozeß eingehenden Leistungsströme mit Hilfe des dort angegebenen Ausdrucks für das Jahresende 1953 wird jedoch noch durch einen Mangel statistischer Art behindert. Die Anzahl der geleisteten Arbeiterstunden, über die in Verbindung mit dem Nettoprodukt die statistische Ergiebigkeit $\sigma(t)$ der abhängig im Produktionsprozeß Beschäftigten ermittelt werden muß, ist nämlich zwar für die Textilindustrie insgesamt bekannt, steht aber für die einzelnen Produktionsstufen bzw. Bereiche dieses Industriezweigs nicht zur Verfügung. [1] Man ist deshalb gezwungen, die Entwicklung der durchschnittli-

1) Die Stat. Landesämter haben nach ihrer Aussage die entsprechenden Unterlagen größtenteils schon vernichtet.

chen Arbeitszeit je Arbeiter in der Weberei zu schätzen bzw. eine Variationsbreite festzulegen, in der jene mit hinreichender Sicherheit liegen dürfte. [1]

Die Entwicklung der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter ist im Beobachtungszeitraum unter den daselbst vorliegenden Verhältnissen in der Webereistufe der westdeutschen Textilindustrie aus dem Erwerbsstreben der Unternehmer und aus der Kostensituation der Webereien nach o b e n mit großer Genauigkeit abzugrenzen. Der Weblohn stellt nämlich "die eigentliche Rationalisierungsspanne" [2] in der Weberei dar. Infolgedessen kommt es hier darauf an, einen möglichst hohen Nutzeffekt der Webstühle zu erreichen. Ein solcher ist aber nur gewährleistet, "wenn in der Abteilung Weberei möglichst wenig Stuhlstillstände auftreten". [3] In Verbindung mit den unter 653 000 hergeleiteten Beziehungen bedeutet dies, daß die Unternehmer, um ihre Kosten- und Ertragslage günstiger zu gestalten, gehalten sind, die Produktionsfaktoren so zu kombinieren, daß die statistische Maschineneffizienz $\psi(t)$ optimal ist. Dies kann nur erreicht werden, wenn auf eine aus der Qualitäts-

---

1) Die Entwicklung der statistischen Ergiebigkeit der abhängigen Arbeit in der Weberei über die arbeitsbezogene Produktivität in der Textilindustrie insgesamt direkt zu schätzen ist deshalb schwierig, weil die Technik auf den einzelnen Produktionsstufen ungleich schnell fortschreitet. In der Beobachtungszeit verbessert sich vor allem in der Spinnerei das Produktionsverfahren wesentlich schneller als in der Weberei.

2) Terrahe, E., a.a.O., S. 14

3) Kindermann, H., a.a.O., S. 46

verbesserung der Maschinen abgeleitete Steigerung ihres Ausnutzungsgrades und damit auf eine Vergrößerung der statistischen Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte verzichtet wird
($W_{\omega}(t) \equiv \xi(t) \equiv 1$). Einem vollständigen Verzicht auf eine solche derivative Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Maschinen würde unter den im Beobachtungszeitraum gegebenen Bedingungen in der Weberei [vgl. (2) in Verbindung mit $\mathfrak{G}(t) \equiv \psi(t)$ £653 000)] eine Verlängerung der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter um 0,33 % von 1953 auf 1954 gleichkommen. Dieser Ausdehnung der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter und damit vor allem derjenigen der vergleichsweise hoch zu entlohnenden Weber stehen aber relativ hohe Überstundenzuschläge entgegen, die zudem noch im Zusammenhang mit der Vergrößerung des Kapitalbedarfs und des Kapitaldienstes gesehen werden müssen, die mit der Beschaffung qualitativ besserer Maschinen verbunden ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Unternehmer aufgrund der augenblicklichen Ertragslage auf Fremdmittel bei der Finanzierung ihrer Neuinvestitionen angewiesen sind, wie es während der Beobachtungsperiode in der Weberei zumindest teilweise der Fall ist. Diesem wechselseitigen Zusammenspiel der Kosten ist nur entgegenzuwirken, wenn die durchschnittliche Arbeitszeit der Arbeiter weniger stark verlängert wird als es den genannten 0,33 % entspricht. Dies bedingt jedoch eine Verbesserung des derivativen Ausnutzungsgrades der Maschinen, also eine Vergrößerung der Maschinenzuteilung an die Arbeitskräfte. In welchem Maße dies geschehen muß, läßt sich nur über einen Kostenvergleich ausmachen, für den entsprechende Unterlagen für die Webereistufe insgesamt nicht verfügbar sind.

Damit stellt sich die Frage nach der Untergrenze der

Entwicklung der durchschnittlichen Arbeitszeit in der Weberei während der Beobachtungszeit. Zu ihrer Beantwortung kann man davon ausgehen, daß in der Textilindustrie insgesamt die durchschnittliche Arbeitszeit der Arbeiter 1954 gegenüber dem Jahre zuvor um 0,78 % [1] abnimmt. Ihr Rückgang ist mit einer gleichzeitigen Zunahme der Arbeiterzahl um 1,22 % [1] verbunden. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die technische Entwicklung in der Textilindustrie insgesamt während der betrachteten Zeitspanne - wie schon erwähnt - sicher wesentlich schneller fortschreitet als in der Webereiabteilung der Webstufe. Aus diesem letztgenannten Grund und aus der Tatsache, daß in der Weberei die Anzahl der Arbeiter nur um knapp 0,4 % ansteigt, kann mit einiger Sicherheit geschlossen werden, daß die durchschnittliche Arbeitszeit in diesem Bereich nicht stärker als um eben diese 0,78 %, die für die Textilindustrie insgesamt ermittelt sind, reduziert werden kann.

Nachdem die Variationsbreite $0{,}9922 = \bar{H}_A(t) = 1{,}0033$ festliegt, in welcher sich mit hinreichender Sicherheit die durchschnittliche Arbeitszeit der Arbeiter in der Weberei von 1953 auf 1954 bewegt haben dürfte, ist es mit Hilfe des unter 653 000 hergeleiteten Ausdrucks möglich, die Grenzen des Intervalls abzuschätzen, in denen die durchschnittliche Umschlagsperiode der Webaggregate Ende 1953 liegen dürfte. Unterstellt man eine lineare Entwicklung der entsprechenden Relationen, dann errechnet sich (vgl. Tabelle IV) die Obergrenze dieses Strukturkoeffizienten zu 14,45 Jahren und seine Untergrenze zu 10,20 Jahren. Eine auf diese Weise aus dem

---

1) Quelle: Stat. Bundesamt, Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Reihe 1, 3. und 4. Jahrgang, Wiesbaden

Wirkzusammenhang der Produktionsfaktoren geschätzte Umschlagsperiode der Webaggregate $10{,}20 \leqq \tau_{53} \leqq 14{,}45$ stimmt somit hinreichend gut mit derjenigen überein, die sich aus dem Auftragseingang der Weberei und deren Auftragsvergabe an die Webereimaschinenindustrie für alle Maschinen der Weberei im Jahre 1955 zu rund 12 Jahren ergibt. Dabei ist daran zu erinnern, daß sich die Notwendigkeit einer Schätzung der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter nur für die einzelnen Bereiche, nicht aber für die Textilindustrie insgesamt ergibt. Die mittlere Umschlagsperiode aller Maschinen der Textilindustrie ist daher mit einem wesentlich größeren Genauigkeitsgrad zu ermitteln.

Zusätzlich verfügbare Informationen ermöglichen es indessen, die Variationsbreite der mittleren Umschlagsperiode der Webaggregate weiter einzuengen. Dies erscheint vor allem im Hinblick auf ihre wenig sichere Untergrenze tunlich. Hierzu ist es notwendig, die durchschnittliche Arbeitszeit innerhalb ihrer Schranken zu variieren und für einige Zwischenwerte von $\bar{H}_A(t)$ innerhalb des abgeschlossenen Intervalls $\langle 0{,}9922 \ldots 1{,}0033 \rangle$ die Veränderung der statistischen Ergiebigkeit der abhängigen Arbeit und hieraus die mittlere Umschlagsperiode der Webaggregate zu berechnen. Das Ergebnis der Rechnung ist in Tabelle III ausgewiesen. Über die einzelnen so gefundenen, durch diverse Annahmen über die Entwicklung der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter bedingte Umschlagsperioden lassen sich unter sinngemäßer Anwendung von (30) in Verbindung mit den im Jahre 1953 getätigten nominalen Bruttoinvestitionen an Webstühlen, die sich auf 34,27 Mio DM [1] belaufen,

---

1) Berechnet nach den Angaben des Vereins deutscher Maschinenbau-Anstalten E.V. a.a.O., in Verbindung mit der Außenhandelsstatistik, vgl. auch: Kindermann, H., a.a.O., S. 48

Tabelle III

Die Abhängigkeit der mittleren Umschlagsperiode und des Umfangs der Webaggregate sowie der Indices der wichtigsten Relationen von der durchschnittlichen Arbeitszeit der Arbeiter

(Indices auf der Basis 1953 = 1, Umfang des Bestandes zu Preisen des Jahres 1953, letzte Stelle gerundet)

Indices und Beträge	$\bar{H}_A$ =				
	0,9922	0,9990	1,0000	1,0010	1,0033
H_A (54)	0,9959	1,0027	1,0037	1,0047	1,0070
$\bar{}$ (54)	1,0457	1,0386	1,0376	1,0365	1,0342
W (54)	1,0141	1,0210	1,0220	1,0230	1,0255
W (54)= (54) = (54)	1,0113	1,0044	1,0034	1,0024	1,0000
W (54)	1,0255	1,0255	1,0255	1,0255	1,0255
(54)	1,0341	1,0341	1,0341	1,0341	1,0341
Q (54)	1,0270	1,0200	1,0190	1,0179	1,0156
(54)= T(54)	0,9862	0,9795	0,9785	0,9775	0,9753
$_{53}$ in Jahren	10,20	12,44	12,85	13,31	14,42
$_{54}$ in Jahren	10,06	12,19	12,58	13,01	14,06
q_{53} in Mio DM	272,37	339,06	351,66	365,51	400,32
r_{53} in Mio DM	26,70	27,25	27,36	27,47	27,76
r_{53} i.v.H.von y_{53}	77,91	79,5	79,83	80,16	81,00
q_{54} in Mio DM	279,72	345,84	358,34	372,07	406,58

verschiedene Beträge des in den Webaggregaten gebundenen Nominalkapitals ermitteln. Diese können mit dem auf dem von W. Kurth veröffentlichten Wert des Nettoausrüstungsvermögens der Baumwollwebereien Westdeutschlands in Webstühlen für 1953 (181,5 Mio DM [1]) basieren und auf die Abteilung Weberei der westdeutschen Textilindustrie insgesamt approximativ hochgeschriebenen Nettoausrüstungsvermögens an Webstühlen verglichen werden, der etwa 340 Mio DM [2]) betragen dürfte. Auf diese Weise läßt sich (vgl. Tabelle III) die Variationsbreite des hier interessierenden Strukturkoeffizienten auf etwa 12,0 bis 13,5 Jahre einengen. Hieraus folgt, daß sich im Jahre 1953 der Anteil der Ersatzinvestitionen an den Bruttoinvestitionen an Webstühlen mit einem Wert von ca. 27 Mio DM auf rd. 80 % belaufen dürfte. Der naturalökonomische Umfang des Webstuhlbestandes wird von 1953 auf 1954 um etwas weniger als 2 % erweitert, sein derivativer Ausnutzungsgrad nur wenig und seine Qualität um knapp 4 % verbessert.

---

1) Vgl. Kurth, W., a.a.O., S. 137. Der Begriff des preisbereinigten Nettoausrüstungsvermögens an Maschinen deckt sich sachlich etwa mit dem hier verwendeten Begriff des Umfanges des Maschinenbestandes (vgl. Kurth, W., a.a.O., S. 63). Die Kurthschen Werte sind als solche zu Preisen von 1950 zu verstehen. Im Hinblick auf die Preisbereinigung vgl. ders., a.a.O., S. 60

2) Die Hochschreibung der Kurthschen Wertangabe auf die Webaggregate der gesamten Weberei erfolgt einmal auf der Grundlage des Anteils der Baumwollweberei (43,6%) am Nettoproduktionswert der gesamten Webstufe im Jahre 1950. Zum anderen ist der Anteil der Webaggregate der Baumwollweberei (63,7%) an der Gesamtheit der im Jahresdurchschnitt 1953 betriebsbereiten Webstühle der westdeutschen Textilindustrie und der vergleichsweise hohe Automatisierungsgrad der Baumwollweberei berücksichtigt. Es braucht wohl nicht darauf hingewiesen zu werden, daß es sich hierbei um ein sehr grobes Verfahren handelt. Aus diesem Grunde ist die folgende Begrenzung des Intervalls, in dem die Umschlagsperiode der Webaggregate liegt, weit gefaßt.

Mit diesem Ergebnis dürfte in Verbindung mit der vorausgegangenen Schätzung der Umschlagsperiode der Webereimaschinen insgesamt über die Investitionsentscheidungen der Unternehmer und im Zusammenhang mit den von den Unternehmern angesetzten und von der Finanzverwaltung für zutreffend erklärten betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern der Maschinen das Anlegen der kontinuierlichen Betrachtungsweise zur Ermittlung des Umfanges des Maschinenbestandes der Weberei aber auch der gesamten Textilindustrie Westdeutschlands in der Nachkriegszeit gesichert sein. Insbesondere dürfte damit auch der Einwand einer sich im Jahre 1955 ergebenden z u f ä l l i g e n Übereinstimmung des mit Hilfe der verwendeten Methode gewonnenen Resultates mit den Vorstellungen der Wirtschaftspraxis ausgeräumt gelten. Dies gilt umso mehr, als die gewählten Beobachtungsperioden in einer Zeitspanne liegen, in welcher - wegen der Länge der ermittelten Umschlagsperioden - die zu Beginn der Nachkriegszeit neu beschafften Maschinen im Falle eines diskontinuierlichen Ersatzes des permanent anfallenden Maschinenverschleißes durch die Branche insgesamt noch gar nicht aus dem Bestand ausscheiden können. - Von der Dauer der Umschlagsperiode abgesehen erfährt die Arbeitshypothese eines kontinuierlichen Ersatzes des Maschinenverschleißes noch eine weitere Stütze durch die Ersatzinvestitionsquote der Bruttoinvestitionen an Webstühlen. Die Höhe ihres Betrages von 0,8 Ende des Jahres 1953 ist in Verbindung mit den für 1953, 1954, und 1955 geschätzten Umschlagsperioden und der monotonen, keinerlei zyklischen Schwankungen unterworfenen Zunahme der Bruttoinvestitionen der Webereien bis zum Jahre

1958 [1) 2)] nur durch einen kontinuierlichen Ersatz des Maschinenverschleißes dieser Produktionsstufe zu erklären.

---

1) Vgl. Jecht, H. und Mitarbeiter, Textilindustrie, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Zehnter Bd., S. 351, Tab. 6.

2) Der 1958 erfolgende Rückgang der Bruttoinvestitionen versteht sich allein aus der Entwicklung der Nachfrage in Verbindung mit den Lieferfristen der Maschinenindustrie (vgl. Fig. 5).

Literaturverzeichnis

Bolza, H.	Anwendung der Erneuerungstheorie auf das Abschreibungsproblem, in: Zeitschrift für Ökonometrie, Mainz 1951
	Grundriß einer systematischen Wirtschaftslehre, Stuttgart 1941
Bortkiewicz,L.v.	Der gegenwärtige Stand des Problems der Geldwertmessung, in: Handwörterbuch der Staatswissenschaften, vierte Auflage, IV. Bd., Jena 1927
Carver, T.N.	A Suggestion for a Theory of Industrial Depressions, Quarterly Journal of Economics, Bd. 17, 1903
Einarsen, J.	Reinvestment Cycles and their Manifestation in the Norwegian Shipping Industrie, Oslo 1938
Grammel, G.	Ein Beitrag zur Erneuerungstheorie, in: Zeitschrift für Ökonometrie, Mainz 1951
Gutenberg, E.	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Berlin, Göttingen, Heidelberg
Hoffarth, K.	Lagerhaltung und Konjunkturverlauf in der Textilwirtschaft, Köln und Opladen 1963
Hoffmann, W.G.	Long-Term Growth and Capital Formation in Germany, in: The Theory of Capital, Hrsg. von Lutz, F.A., und Hague, D.C., London und New York 1961
	Stadien und Typen der Industrialisierung, Jena 1931
Jecht, H., und Mitarbeiter	Textilindustrie, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Zehnter Band
Kamke, E.	Differentialgleichungen, Lösungen und Lösungsmethoden I, Leipzig 1959

Kaup, H. — Einkommen und Textilverbrauch, Köln und Opladen 1960

Kindermann, H. — Bestimmungsgründe für das Verhalten der Unternehmer aus der Textilindustrie, insbesondere der Baumwollindustrie, bei Investitionsentscheidungen, Münster 1961

Kurth, W. — Vermögensbestand und Kapitalbedarf in einigen Zweigen der Textilindustrie, Köln und Opladen 1962

Lohmann, M. — Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Tübingen 1949

Maier, S., Teuber, K. — Produktivität und Mode, in: Die Wirtschaft, Zeitung für Politik, Wirtschaft und Technik, Nr. 13, Jahrgang 19, 30. März 1964

Mangoldt, H.v., Knopp, K. — Einführung in die höhere Mathematik, Bd. II, Stuttgart 1947

Mieth, W. — Das Akzelerationsprinzip, Berlin 1954

Ott, A.E. — Technischer Fortschritt, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Bd. 10, Stuttgart 1959

Peter, H. — Einführung in die politische Ökonomie, Stuttgart 1950

Grundprobleme der theoretischen Nationalökonomie II, Der Gesamtprozeß in der Entwicklung, Stuttgart 1934

Mathematische Strukturlehre des Wirtschaftskreislaufes, Göttingen 1954

Preiser, E. — Grundzüge der Konjunkturtheorie, Tübingen 1933

Rott, W., Thiel, E.	Beziehungen zwischen Auftragseingang und Investitionsentscheidungen in der Textilindustrie, in: Textildienst Nr. 7-1960 der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Münster 1960
Rott, W.	Verlangsamtes Wirtschaftswachstum beeinträchtigt die Expansion im textilen Bereich, in: Textildienst Nr. 4/6-1963 der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Münster 1963
	Wandlungen im Rohstoffeinsatz der westdeutschen Textilindustrie, in: Textildienst Nr. 1/2-1962 der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft, Münster 1962
Schneider, E.	Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil, Tübingen 1955
Stackelberg,H.v.	Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre, Bern, Tübingen 1951
Strumilin, W.	The Time-Factor in Capital Investments Projects, in: International Papers 1953
Terrahe, E.	Möglichkeiten und Grenzen einer Rationalisierung und Automatisierung in der westdeutschen Baumwollrohweberei, Köln und Opladen 1961
Tinbergen, J.	Statistical Evidence an the Acceleration-Principle
	Wesen und Bedeutung der Ökonometrie, in: Zeitschrift für Ökonometrie, 1.Jg., Heft 1, Juni 1950
Walter, H.	Technischer Fortschritt und Faktorsubstitution, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 175, Stuttgart 1963

Statistische Quellen:

F.A.O. Report by the F.A.O. Secretariat on Fiber Consumption Trends, in: Studies of Factors Affecting Consumption of Textile Fibers, International Cotton Advisory Committee, Washington 1960

GATT International Trade 1956, Genf 1957

Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten e.V., Die Lage des Maschinenbaues in den Jahren 1953, 1954, 1955 und im 1. Hj. 1956

Statistisches Bundesamt (Hg.), Die Abschlüsse der Aktiengesellschaften für das Geschäftsjahr 1958

Statistisches Bundesamt (Hg.), Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Teil 1, Beschäftigung und Umsatz, Brennstoff- und Energieversorgung, 3. und 4. Jahrgang

Statistisches Bundesamt (Hg.), Preise, Löhne, Wirtschaftsrechnungen, Reihe 3

Statistisches Bundesamt (Hg.), Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 7, Brutto- und Nettoproduktionswerte der Industrie im Jahre 1950

Statistisches Bundesamt (Hg.), Die Industrie der Bundesrepublik Deutschland, Sonderheft 8, Neuberechnung des Index der industriellen Nettoproduktion

Textilstatistik GmbH., Frankfurt a.M. (Hg.), Die Textilindustrie der Bundesrepublik Deutschland, 1953 und 1954

Textilstatistik GmbH., Frankfurt a.M. (Hg.), Bericht über die bisherigen Verhandlungen mit der Finanzverwaltung zwecks Kürzung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer von Maschinen in der Textilindustrie, 21.1.1956

L e b e n s l a u f

Ich, Walter, Friedrich, Wilhelm Rott wurde am 16.März 1925 als Sohn des Regierungsbaurat Reinhold Rott und dessen Ehefrau Gertrud geb. Mayer in Stuttgart geboren. Die Grundschule besuchte ich von 1931 bis 1935 in Stuttgart und Ellwangen/Jagst. Zum Gymnasium bzw. zur Oberschule ging ich von 1935 bis 1943 in Ellwangen/Jagst, Oberndorf/Neckar, Blaubeuren und Rottweil/Neckar. Meinen Wehrdienst leistete ich als Kriegsfreiwilliger vom 31.März 1943 bis zur Kapitulation mit Fronteinsätzen in Rußland und in Frankreich ab. Nach der Kapitulation war ich bis Sommer 1946 in amerikanischer Kriegsgefangenschaft und anschließend bis November 1947 in Zivilinterniertenhaft. Meine Reifeprüfung legte ich am 18.9.1947 im Internierungslager Ludwigsburg ab. Nach der Entlassung aus dem Internierungslager war ich bis zum Beginn meines Studiums in der Landwirtschaft beschäftigt. Von 1950 bis 1954 studierte ich an der Universität Tübingen Volkswirtschaft. Seit dem 15.7.1957 bin ich wissenschaftlicher Assistent an der Forschungsstelle für allgemeine und textile Marktwirtschaft an der Universität Münster (Westfalen).